



# METHODOLOGIE D'EVALUATION DES FACTEURS DE SUCCES ET D'ECHEC DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES ET DES BOUES DE VIDANGE A GRANDE ECHELLE



MAGALIE BASSAN

PROJET DE MASTER EN SCIENCE ET INGENIERIE DE L'ENVIRONNEMENT  
JUN 2009

PROFESSEUR RESPONSABLE EPFL : PROF. CHRISTOF HOLLIGER

ENCADREMENT EAWAG / SANDEC : DR DOULAYE KONE

ENCADREMENT ONAS : DR MBAYE MBEGUERE

**eawag**  
aquatic research ooc

**Sandec**  
Water and Sanitation in  
Developing Countries

Projet de Master





## I) RESUME

Les Objectifs du Millénaire pour le Développement visant entre autre à la réduction de moitié de la population n'ayant pas accès à un assainissement de base porte cette problématique sur le devant de la scène internationale. Ainsi, la majorité des programmes de développement soutiennent ce secteur par de nombreux investissements importants. Ces derniers favorisent l'accès aux infrastructures telles que les latrines, les réseaux d'égouts ou des stations de traitement des eaux usées et de boues de vidange. Malgré ces efforts, plusieurs études rapportent que la majeure partie des stations de traitement construites dans les pays en développement sont rapidement dégradées ou abandonnées. La compréhension des facteurs influençant le succès ou l'échec de tels projets n'est pas encore suffisamment abordée et détaillée. Les connaissances actuelles ne permettent pas de savoir à quel niveau des problèmes tels que le manque de suivi, de maintenance ou de financement peuvent être résolus.

La méthodologie d'évaluation des facteurs de succès et d'échec des stations de traitement développée dans cette étude propose un modèle des facteurs déterminants, de leur niveau et de leur mode d'influence. Ces facteurs concernent trois domaines d'évaluation : la gestion institutionnelle, la conception technique ainsi que l'équilibre des ressources financières et énergétiques. Cette méthodologie offre aussi un outil participatif pour l'amélioration de systèmes locaux de mise en place et de gestion des stations de traitement.

Une liste d'indicateurs est élaborée pour l'évaluation. Présentée sous forme de tableau, elle est structurée par trois échelles d'information. Les critères généraux influençant le fonctionnement des stations sont déclinés en sous-critères précisant les points de vue et la problématique concernée. Des indicateurs liés aux sous-critères servent à les évaluer sur le terrain. Cette liste a été éprouvée et validée lors d'une étude de cas menée sur 5 stations au Sénégal. Les indicateurs ont été évalués et pondérés avec les acteurs interrogés. La liste, constituée de 19 critères, 24 sous-critères et 43 indicateurs représente de manière exhaustive les facteurs déterminant la planification, la mise en œuvre et le fonctionnement des stations.

Sept étapes d'analyse ont été développées pour améliorer la compréhension des facteurs influençant le succès de projets de mise en place et de gestion de stations de traitement d'eaux usées et de boues de vidange.

1. Compréhension du point de vue des acteurs locaux et des stratégies de gestion des projets;
2. Modélisation de la corrélation entre les facteurs et de leur influence ;
3. Détermination des facteurs clés de réussite et d'échec déterminant l'ensemble des projets ;
4. Classification des sous-critères en fonction du niveau de décision auquel il faut les associer.
5. Distinction des catégories de sous-critères en fonction de leurs modes d'influence sur les projets ;
6. Détermination des facteurs à améliorer localement et mise en place de stratégies ;
7. Recommandations pour la mise en place et la gestion de stations en fonction des catégories.

L'application de la méthodologie d'évaluation et d'analyse a mis en évidence l'importance des facteurs clés pour les phases de mise en œuvre de stations. Les facteurs de succès et d'échec sont classés en 6 catégories de sous-critères en fonction de leur mode et de leur niveau d'intervention :

**1. Fondement organisationnel au niveau national**

Ces sous-critères déterminent l'ensemble du système et doivent être considérés en amont. Ce sont l'autonomie institutionnelle de l'office de l'assainissement, l'adéquation des formations à disposition dans ce domaine, la planification du budget de fonctionnement et la capacité d'investissement.

**2. Points leviers influençant le système à tous les niveaux**

Ce sont des sous-critères gérés au niveau de l'office de l'assainissement ayant une influence sur la prise de décision au niveau national. Ils concernent la valorisation des sous-produits, l'optimisation énergétique et l'expertise pour l'optimisation du traitement et de valorisation.

**3. Fondement organisationnel de l'office**

Ces sous-critères définissent les stratégies de base de l'office et doivent être considérés suffisamment tôt lors d'une réforme pour l'amélioration de ce dernier ou pendant sa mise en place. Ils concernent la communication interne et externe de l'office.

**4. Compétences et moyens mis en place**

Les compétences clés pour la gestion de l'office, de la formation interne et du personnel ainsi que pour la planification et l'exploitation des stations doivent être considérés parallèlement aux sous-critères de la troisième catégorie. Leur influence sur les catégories suivantes (5 et 6) est plus directe.

**5. Qualité des études de conception des stations**

La qualité des études définit les moyens matériels, humains et financiers déterminant l'exploitation. Les sous-critères contenus dans cette catégorie concernent l'expertise des ingénieurs de l'office et du bureau d'étude ainsi que l'intégration de la station dans son contexte socio-économique.

**6. Gestion pratique de l'exploitation**

Les problèmes observés sur les stations résultent de l'interaction des points cités ci-dessus. Ils déterminent les performances clés des stations. Ils concernent les besoins matériels et le traitement des requêtes pour l'exploitation, la qualité du suivi en laboratoire et la dépendance à l'énergie artificielle.

Les problèmes techniques et d'exploitation constituent donc une problématique centrale mais résultent de nombreuses influences. Ils sont déterminés en amont par des décisions concernant l'ensemble du domaine de l'assainissement au niveau national. En conclusion, l'amélioration du système doit être entreprise en prenant un compte une combinaison de facteurs. Les points à considérer en priorité se situent au niveau de la gestion institutionnelle et des stratégies financières. Ces dernières doivent être adaptées au contexte et acceptées par les acteurs.

## II) ABSTRACT

The Millennium Development Goals aim to reduce the number of people who lack access to basic sanitation by half. They focus attention on sanitation in developing countries at an international level. Thus, most of development programs support this sector with important funding. They encourage the building of infrastructure such as latrines, sewage network or wastewater and faecal sludge treatment plants. Despite these actions, several studies showed that many of those treatment plants are rapidly abandoned. An understanding of the factors which affect the sanitation management system is lacking. The actual knowledge is not sufficient to explain at which level the lack of monitoring, maintenance or funding can be resolved.

A methodology to assess factors of success and failure of waste water and faecal sludge treatment plant projects was developed in this study. It proposes a model of key factors and their type of influence on the system. These factors concern three domains: institutional management, technical conception, as well as financial and energetic resource balances. This methodology also offers a participatory tool for improving local systems for the planning and operation of treatment plants.

An indicator list was developed for the assessment. It is a table structured according to three information scales. General criteria determining the station operation are described by sub-criteria representing different areas and points of view. Indicators linked to the sub-criteria are used to assess them on the field. This list was tested and validated during a case study of five treatment plants in Senegal. Indicators were assessed and prioritized with the stakeholders interviewed. The list represents key factors for the planning and the operation of treatment plants in an extensive way.

Seven steps of analysis were developed to improve the understanding of the influence of each factor on the projects of wastewater and faecal sludge treatment plants.

1. Understanding the point of view of local stakeholders and strategies;
2. Modeling the correlation between factors as well as their influence;
3. Determining the key factors for success and failure;
4. Classifying sub-criteria depending on the decisional level at which they are defined;
5. Distinguishing the categories of sub-criteria based on their influencing mode on the projects;
6. Determining the factors that need improvement in priority as well as optimization strategies;
7. Recommending for treatment plant planning and operating based on the categories;

The assessment and analysis methodology were applied and highlighted the importance of key factors which have to be considered during the conception, the construction and the operation of treatment plants. Factors of success and failure are organized in six categories of sub-criteria depending on their mode and level of intervention:

### **1. Organizational basis at national level**

These sub-criteria determine the system. They have to be taken into account upstream. They concern the institutional autonomy of the sanitation office the, existence of adequate education in this field, budget planning and investment capacity.

## **2. Sub-criteria acting as a springboard at all level**

These sub-criteria are managed at the sanitation office level. They have an influence on the decision making process at a national level. They concern valorization of by-products, energetic optimization and expertise needed for treatment and valorization optimization.

## **3. Organizational basis at the office level**

These sub-criteria define the office's basic strategy. They must be considered early enough when deciding or reforming the office organization. They concern as well internal as external communication.

## **4. Means and skills set up**

The key skills for the office management, for the organization of internal education and human resources, for the planning and operation should be considered at the same time as the sub-criteria of the third category even though their influence on the two last categories is stronger.

## **5. Planning and conception studies quality**

The preliminary studies for the conception determine the material, human and financial means for the plant operation. The sub-criteria of this category concern the skills of the engineer working for the sanitation and consulting offices as well as the treatment plant integration in its socio-economic context.

## **6. Practical management of plant operation**

The problems observed at the treatment plants result from the combined influence of all the sub-criteria defined in the previous categories. They concern material needs, answer to request emanating from treatment plant employees for reparation and maintenance, laboratory monitoring quality and dependency to artificial energy.

The technical and operational difficulties are an important area of concern. However, they are not at the source of the problem. They are determined by decisions concerning the whole sanitation sector at a national level. In conclusion, the system can be improved only by considering the combination of several factors. The priority aspects are those which concern institutional management and financial strategies. The solution has to be adapted to the context and accepted by the local stakeholders.

### III) REMERCIEMENTS

Le caractère participatif de ce travail et son déroulement dans deux pays différents m'ont amené à rencontrer de nombreuses personnes qui m'ont toutes énormément apporté. Je tiens à les remercier sincèrement pour leur participation à cette période charnière de ma vie professionnelle et personnelle.

Je désire tout particulièrement exprimer ma gratitude aux personnes suivantes :

- Dr. Doulaye Koné, pour m'avoir permis de me pencher sur un sujet si intéressant et m'avoir guidé même au-delà ;
- Dr. Mbaye Mbégué, pour m'avoir si bien introduite partout au Sénégal et pour les longues heures de discussion sur les grands détails et les petites évidences ;
- Prof. Christof Holliger, pour sa disponibilité et pour son appui tout au long de mes études et de ce projet ;
- M. Amadou Lamine Dieng, pour m'avoir accepté en stage à l'ONAS ;
- M. Alassane Dieng, pour avoir appuyé la présente étude et pour sa disponibilité ;
- M. Baba Coulibaly pour son soutien et les échanges enrichissants ;
- M. Alioune Diop, pour son accueil et sa disponibilité à la station de Cambérène ;
- M. Mamadou Gueye, pour sa disponibilité et pour m'avoir donné un cadre de travail très agréable ;
- M. Alioune Ndiaye, pour sa disponibilité et les longues discussions sur l'Afrique ;
- Dr. Ousseynou Guène, pour sa disponibilité et son apport important à la méthodologie ;
- Mlle Francine Abiolla, pour la découverte de Dakar, des marchés, familles et couturiers...;
- M. Nicolas Michaud, pour son soutien si précieux et ses conseils scientifiques avisés ;
- Mlle Nathalie Bachmann, pour son soutien inconditionnel à travers tous les questionnements ;
- Audrey, Julian, Nicole, Pierre-François, qui m'ont apporté chacun à leur manière l'amour nécessaire pour avancer ;
- Aly, Ndione, Sonko, Jean Birane, Sané Correa, Grâce, Opa, Gomis, Fatou, Georges, et tous les autres et m'ont rappelé au bon temps lorsque je m'immergeais dans les indicateurs, facteurs, critères et sous-critères !

## SOMMAIRE

<b>I) RESUME .....</b>	<b>3</b>
<b>II) ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>III) REMERCIEMENTS .....</b>	<b>7</b>
<b>IV) LISTES DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>12</b>
IV.I) LISTE DES FIGURES.....	12
IV.II) LISTE DES TABLEAUX.....	13
<b>V) ACRONYMES.....</b>	<b>14</b>
<b>VI) ABREVIATIONS .....</b>	<b>15</b>
<b>1) INTRODUCTION.....</b>	<b>17</b>
1.1) PROBLÉMATIQUE.....	17
1.2) CONTEXTE GÉNÉRAL .....	18
1.3) EVALUATION DES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT .....	19
1.4) CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES .....	20
1.5) CONSIDÉRATIONS CONCERNANT LES RESSOURCES .....	22
<b>2) CADRE DE L'ETUDE ET INSTITUTION D'ACCUEIL.....</b>	<b>23</b>
2.1. SÉNÉGAL.....	23
2.1.1. Situation politique, géographique et démographique .....	23
2.1.2. L'assainissement au Sénégal .....	24
2.2. ONAS .....	25
2.2.1. Historique.....	25
2.2.2. Mission et financement .....	26
2.2.3. Organigramme .....	27
<b>3) OBJECTIFS DE L'ETUDE .....</b>	<b>30</b>
3.1. OBJECTIFS GÉNÉRAUX.....	30
3.1.1. Objectifs spécifiques .....	30
<b>4) METHODOLOGIE.....</b>	<b>31</b>
4.1. PRÉ-ÉTUDE .....	32
4.2. DÉTERMINATION DU DOMAINE D'ANALYSE .....	33
4.3. IDENTIFICATION DES INDICATEURS .....	34



4.4.	DÉTERMINATION DU BARÈME D'ÉVALUATION .....	36
4.5.	DÉTERMINATION DU BARÈME DE PONDÉRATION.....	37
4.6.	EVALUATION DES INDICATEURS .....	37
4.6.1.	Outils de collecte de données.....	37
4.6.2.	Acteurs .....	38
4.6.2.1.	Direction ONAS .....	38
4.6.2.2.	Employés des stations ONAS.....	38
4.6.2.3.	Acteurs du domaine privé .....	38
4.6.2.4.	Population.....	39
4.6.3.	Stations.....	39
4.6.3.1.	Cambérène.....	39
4.6.3.2.	Mise en place et exploitation de la STEP de Cambérène .....	40
4.6.3.3.	Mise en place et exploitation de la STBV de Cambérène .....	43
4.6.3.4.	Thiès.....	44
4.6.3.5.	Rufisque .....	45
4.6.3.6.	Mise en place et exploitation de la STEP de Rufisque .....	45
4.6.3.7.	Mise en place et exploitation de la STBV de Rufisque .....	46
4.7.	ANALYSE DES INDICATEURS ET SOUS-CRITÈRES.....	48
4.7.1.	Choix méthodologique .....	48
4.7.2.	Etapes d'analyses.....	49
4.7.3.	Validation théorique des indicateurs .....	50
4.7.4.	Pondération des indicateurs .....	51
4.7.5.	Agrégation des indicateurs .....	51
4.7.6.	Classification primaire des indicateurs.....	52
4.7.7.	Analyse de la corrélation .....	53
4.7.7.1.	Diagrammes de corrélation entre les indicateurs.....	54
4.7.7.2.	Diagramme de corrélation entre les sous-critères .....	55
4.7.8.	Classification des sous-critères .....	55
4.7.8.1.	Classement direct.....	57
4.7.8.2.	Classement inverse .....	57
4.7.8.3.	Bilan des flux .....	59
4.7.8.4.	Classement final .....	60
4.7.9.	Comparaison entre les différents modèles de compréhension .....	60

<b>5) RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>61</b>
5.1. LISTE D'ÉVALUATION DES FACTEURS DE SUCCÈS ET D'ÉCHEC .....	61
5.1.1. Validation participative et théorique .....	64
5.1.2. Pondération des indicateurs.....	64
5.1.3. Agrégation des indicateurs.....	65
5.1.4. Classification primaire des indicateurs .....	66
5.1.5. Analyse de la corrélation.....	67
5.1.5.1. Diagramme de corrélation entre les indicateurs.....	67
5.1.5.2. Diagramme de corrélation entre les sous-critères.....	70
5.1.6. Classification des sous-critères.....	74
5.1.6.1. Classement direct .....	74
5.1.6.2. Classement inverse .....	75
5.1.6.3. Bilan des flux.....	77
5.1.6.4. Classement final .....	80
5.1.6.5. Comparaison entre les différents modèles de compréhension .....	81
5.1.7. Définition des catégories de sous-critères .....	81
5.1.8. Liste finale d'évaluation.....	83
5.1.8.1. Indicateurs d'évaluation des performances.....	83
5.1.8.2. Indicateurs d'évaluation des facteurs de succès et d'échec.....	84
5.2. ETAT DES LIEUX .....	88
5.2.1. Evaluation des performances de l'ONAS.....	88
5.2.1.1. Performances techniques .....	88
5.2.1.2. Performances économiques .....	89
5.2.2. Facteurs institutionnels .....	89
5.2.2.1. Statut institutionnel.....	89
5.2.2.2. Qualité de la formation dans le pays.....	89
5.2.2.3. Efficacité du processus décisionnel .....	90
5.2.2.4. Gestion des ressources humaines.....	92
5.2.2.5. Qualité d'expertise au niveau de la direction.....	93
5.2.2.6. Qualité d'expertise des services d'exploitation.....	94
5.2.2.7. Qualité des prestations des acteurs privés .....	95
5.2.2.8. Intégration Sociale .....	96
5.2.3. Facteurs Techniques .....	96
5.2.3.1. Qualité des études préliminaires.....	96
5.2.3.2. Gestion des contraintes d'exploitation .....	97
5.2.3.3. Suivi, évaluation et optimisation.....	98
5.2.4. Facteurs lié à l'équilibre des ressources .....	99
5.2.4.1. Equilibre financier .....	99
5.2.4.2. Equilibre énergétique .....	100
5.2.5. Conclusion de l'état des lieux.....	101

<b>6) RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>102</b>
6.1. MISE EN PLACE DE STATION .....	102
6.1.1. Fondements organisationnel au niveau national.....	102
6.1.2. Points leviers influençant le système à tous les niveaux .....	103
6.1.3. Fondement organisationnel de l'office .....	104
6.1.4. Compétences et moyens mis en place .....	104
6.1.5. Qualité des études.....	105
6.1.6. Gestion pratique de l'exploitation.....	106
6.2. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION .....	107
<b>7) PERSPECTIVES.....</b>	<b>109</b>
<b>8) CONCLUSION .....</b>	<b>110</b>
<b>9) BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>111</b>
<b>10) ANNEXES .....</b>	<b>117</b>
Annexe 1 : Cadre Logique .....	117
Annexe 2 : Liste des personnes interrogées .....	118
Annexe 3 : Liste préliminaire de critères, sous-critères et indicateurs.....	119
Annexe 4 : Définitions des critères, sous-critères, indicateurs et barèmes pour l'évaluation .....	121
4.1) Indicateurs de performance .....	121
4.2) Indicateurs concernant la gestion institutionnelle.....	122
4.3) Indicateurs concernant la conception technique .....	129
4.4) Indicateurs concernant l'équilibre des ressources .....	133
Annexe 5 : Diagrammes de corrélation entre les indicateurs .....	136
Annexe 6 : Grille de planification des entretiens en fonction des acteurs .....	140

## IV) LISTES DES ILLUSTRATIONS

### IV.1) Liste des figures

Figure 1: Situation géographique du Sénégal et des trois villes étudiées .....	23
Figure 2: Organigramme des services sous la responsabilité de la Direction Générale .....	27
Figure 3: Organigramme de la Direction des Etudes et Travaux.....	28
Figure 4: Organigramme de la Direction de l'Exploitation .....	29
Figure 5: Schéma des étapes méthodologiques de l'étude.....	32
Figure 6: Zone de desserte du service Dakar 2 .....	39
Figure 7: Schéma d'exploitation actuel de la STEP de Cambérène.....	42
Figure 8: Schéma d'exploitation actuel de la STBV de Cambérène.....	43
Figure 9: Schéma d'exploitation actuel de la STEP de Thiès.....	45
Figure 10: Schéma de fonctionnement actuel de la STBV et de la STEP de Rufisque.....	47
Figure 11: Exemple d'un réseau d'influence entre sous critères.....	53
Figure 12: Exemple de réseau de corrélation entre 4 sous-critères fictifs.....	56
Figure 13: Elaboration d'un classement direct sur un réseau de corrélation fictif.....	57
Figure 14: Elaboration d'un classement inverse sur un réseau de corrélation fictif.....	58
Figure 15: Classification en fonction du bilan des flux sur un réseau de corrélation fictif.....	59
Figure 16: Diagramme de corrélation entre les sous-critères.....	71
Figure 17: Base de planification pour le budget de fonctionnement de l'ONAS .....	99
Figure 18: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur les besoins matériaux pour l'exploitation .....	136
Figure 19: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur l'optimisation des taux épuratoires.....	137
Figure 20: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur la qualité des études .....	138
Figure 21: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur la valorisation des sous-produits et l'optimisation énergétique.....	139

## IV.II) Liste des tableaux

Tableau 1: Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant la gestion institutionnelle ....	61
Tableau 2: Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant la conception technique.....	62
Tableau 3: Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant l'équilibre des ressources...	63
Tableau 4: Liste intermédiaire d'indicateurs d'évaluation des performances .....	63
Tableau 5: Agrégation de la pondération des critères et sous-critères .....	66
Tableau 6: Classement des indicateurs selon l'échelle hiérarchique et d'incidence temporelle...	67
Tableau 7: Classement direct des sous-critères .....	74
Tableau 8: Classement inverse des sous-critères .....	76
Tableau 9: Tableau des influences entre sous-critères.....	78
Tableau 10: Classement des sous-critères en fonction du bilan des flux.....	79
Tableau 11: Classement final des sous-critères .....	80
Tableau 12: Liste finale pour l'évaluation des performances .....	83
Tableau 13: Liste finale d'indicateurs : fondement organisationnel au niveau national.....	84
Tableau 14: Liste finale d'indicateurs: points leviers influençant le fonctionnement à tous les niveaux .....	85
Tableau 15: Liste finale d'indicateurs: fondement organisationnel de l'office.....	85
Tableau 16: Liste finale d'indicateurs: Compétences et moyens mis en place pour le fonctionnement de l'office .....	86
Tableau 17: Liste finale d'indicateurs: Qualité des études .....	87
Tableau 18: Liste finale d'indicateurs: Gestion pratique de l'exploitation des stations.....	87
Tableau 19: Récapitulatif du cadre logique.....	117
Tableau 20: Liste préliminaire d'indicateurs concernant la gestion institutionnelle .....	119
Tableau 21: Liste préliminaire d'indicateurs concernant la conception technique.....	120
Tableau 22: Liste préliminaire d'indicateurs concernant l'équilibre des ressources .....	120
Tableau 23: Indicateurs et barème pour l'évaluation des performances.....	121
Tableau 24: Indicateurs et barème concernant le statut institutionnel .....	122
Tableau 25: Indicateurs et barème concernant la qualité de la formation dans le pays.....	123
Tableau 26: Indicateurs et barème concernant l'efficacité du processus décisionnel.....	123
Tableau 27: Indicateurs et barème concernant la gestion des ressources humaines.....	125
Tableau 28: Indicateurs et barème concernant la qualité d'expertise au niveau de la direction	126
Tableau 29: Indicateurs et barème concernant la qualité d'expertise des services d'exploitation .....	127
Tableau 30: Indicateurs et barème concernant la qualité des prestations des acteurs privés ...	128
Tableau 31: Indicateurs et barème concernant l'intégration sociale .....	129
Tableau 32: Indicateurs et barème concernant la qualité des études préliminaires.....	130
Tableau 33: Indicateurs et barème concernant la gestion des contraintes d'exploitation .....	131
Tableau 34: Indicateurs et barème concernant le suivi, l'évaluation et l'optimisation .....	132
Tableau 35: Indicateurs et barème concernant l'équilibre financier .....	133
Tableau 36: Indicateurs et barème concernant l'équilibre énergétique.....	134
Tableau 37: Grille de planification des entretiens pour les employés de l'office central (siège).	140
Tableau 38: Grille de planification des entretiens pour les acteurs privés et les employés des stations .....	141

## V) ACRONYMES

ANSD	= Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
BAD	= Banque Africaine de Développement
CIME	= Cabinet d'Ingénierie et de Management de l'Environnement
EAWAG	= L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF
ENDESS	= Ecole Nationale de Développement Sanitaire et Social
ENEA	= Ecole Nationale d'Economie Appliquée
ESP	= Ecole Supérieure Polytechnique
IMWI	= International Water Management Institute
ISE	= Institut des Sciences de l'Environnement
IWA	= International Water Association
NETSSAF	= Network for the development of Sustainable approaches for large scale implementation of Sanitation in Africa
OMS	= Organisation Mondiale de la Santé
ONAS	= Office National de l'Assainissement du Sénégal
SANDEC	= Département Eau et Assainissement dans les Pays en Développement
SDE	= Sénégalaise des Eaux
SONEES	= Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
SONES	= Société Nationale des Eaux du Sénégal

## VI) ABREVIATIONS

ACP	= Agent Comptable Particulier
APD	= Avant Projet Détaillé
APS	= Avant Projet Sommaire
BCI	= Budget Consolidé d'Investissement
CF	= Coliformes Fécaux
CV	= Curriculum Vitae
DA	= Demande d'Achat
DAF	= Direction de l'Administration et des Finances
DAO	= Dossier d'Appel d'Offres
DCC	= Direction Commerciale et de la Clientèle
DBO <sub>5</sub>	= Demande Biologique en Oxygène après 5 jours
DCO	= Demande Chimique en Oxygène
DET	= Direction des Etudes et Travaux
DEX	= Direction de l'Exploitation
DMMG	= Direction de la Maintenance et des Moyens Généraux
DT	= Demande de Travaux
ELECTRE	= Elimination Et Choix Traduisant la REalité
EPIC	= Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial
FCFA	= Franc de la Communauté Financière d'Afrique
HE	= Œufs d'Helminthes
IEC	= Information Education Communication
MES	= Matières en Suspension
OMD	= Objectifs du Millénaire pour le Développement
PAQ	= Plan Assurance Qualité
PAQPUD	= Programme d'Amélioration de l'Assainissement des Quartiers Péri-Urbains de Dakar
PEPAM	= Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire
PELT	= Projet Eau à Long Terme
PSE	= Projet Sectoriel Eau
STBV	= Station de Traitement des Boues de Vidange
STEP	= Station d'Épuration (traitement des eaux usées)
TN	= Azote Total
TP	= Phosphore Total





## 1) INTRODUCTION

### 1.1) Problématique

Le concept moderne d'assainissement est très jeune. Il faut en effet attendre le milieu du 19<sup>e</sup> siècle pour voir apparaître des systèmes de traitement des eaux usées. Cette compréhension tardive de l'importance de ce secteur est très marquée dans les pays en développement où l'évaluation du secteur eau - assainissement n'a débuté que dans les années 70 (OMS, 2000).

Parmi les raisons qui ont amené ce secteur au centre des préoccupations mondiales, on compte les deux considérations majeures que sont la santé publique et la protection de l'environnement. En effet, sans assainissement, le risque de maladies lié aux bactéries et vers d'origine fécale ainsi qu'aux insectes présente un danger important pour les populations et l'économie des pays.

Fortes de ces observations, les organisations internationales ont successivement initié la « Décennie internationale d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement » entre 1981 et 1990, l'intégration de l'assainissement dans les OMD (Objectifs du Millénaire pour le Développement) en 2002 et l'année internationale de l'assainissement en 2008. Ces événements ont permis la mise en place de nombreuses infrastructures pour le traitement et l'approvisionnement en eau potable ainsi que pour la gestion des eaux usées.

Malgré ces efforts, les installations de traitement des eaux usées sont encore rares en Afrique. Il a été observé que de nombreuses infrastructures ont été partiellement ou totalement abandonnées. Ces phénomènes sont couplés à l'explosion de l'urbanisation dans les pays africains. Plusieurs capitales se retrouvent actuellement avec une densité d'habitant telle que les emplacements viennent à manquer pour les stations de traitement dont le besoin se fait urgent.

Cette situation préoccupante fait l'objet de nombreuses conférences et recherches dont le but est l'amélioration de la qualité de vie des populations et la pérennisation des actions de développement. La présente étude s'inscrit dans ce cadre, tout comme le document publié par IWA, (2006) qui décline trois problèmes prioritaires du challenge de l'assainissement dans les pays en voie de développement :

1. La couverture en assainissement dans les zones urbaines est généralement faible. Même là où elle est acceptable, la qualité des services est souvent très pauvre ;
2. Le besoin est accru aussi bien par l'urbanisation grandissante que par le nombre important de quartiers caractérisés par des habitats informels et non planifiés ;
3. Le challenge est plus important pour les pays pauvres manquant d'institutions adéquates pour la gestion des systèmes d'assainissement.

Plusieurs études récentes discutent de l'adéquation au contexte et des performances des systèmes d'assainissement (Massoud et al. 2009, Sujaritpong et al. 2009). Cette vue générale mérite d'être précisée à l'échelle des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange.

Le présent rapport a pour objectif de comprendre les facteurs expliquant les dysfonctionnements à l'échelle de ces stations. L'évaluation et la compréhension de la situation est une condition importante afin d'éviter des actions réalisées sans planification. Elle facilite l'élaboration des cadres légaux nécessaires dans l'implémentation de programmes d'assainissement (OMS, 2000) et permet des programmes efficaces et durables en réponse aux besoins réels des populations.

## 1.2) Contexte général

L'adéquation des techniques d'assainissement utilisées en Afrique, leur mode d'exploitation et la durabilité des installations est une préoccupation majeure rejoignant les objectifs des OMD. Si de nombreuses initiatives sont lancées pour augmenter le taux de couverture en assainissement, plusieurs organisations appellent prioritairement à l'évaluation des systèmes d'assainissement. Parmi celles-ci figure l'International Water Management Institute (IMWI) qui publie « L'agenda pour la recherche, le renforcement des capacités et l'action concernant l'utilisation sûre des eaux usées et des excréta dans l'agriculture ». Ce dernier a été défini pour le consensus d'Accra (IMWI - International Water Management Institute, 2008). Il intègre les points suivants :

1. Evaluation des impacts sur l'économie et la santé ;
2. Adoption des directives de l'OMS pour l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux grises par l'évaluation rigoureuse d'approches de traitement dans différents contextes ;
3. Amélioration des capacités humaines, institutionnelles et techniques ;
4. Facilitation de l'échange d'information sur les règles de l'art, l'évaluation et les stratégies de mitigation des risques.

Plusieurs auteurs se penchent sur les facteurs influençant la gestion des eaux usées et traitent la problématique de manière holistique. Sujaritpong et al. (2008) relèvent le fait que la compréhension de ces facteurs est cruciale pour la détermination de solutions efficaces. Il relève aussi le manque de considération des aspects institutionnels et sociaux au profit des aspects techniques et économiques. Sa démarche permet de mettre en avant l'importance de la priorisation des interventions pour une utilisation optimale des ressources.

Les étapes de mise en place et de gestion des stations de traitement doivent être considérées une à une, chacune prenant son importance dans le fonctionnement final. Il s'agit donc d'analyser les facteurs influençant la planification des installations, les études techniques, les travaux de construction, l'exploitation, la maintenance, la réparation et l'évacuation des sous-produits.

La première étape est dépendante de toutes les suivantes. La réutilisation des matériaux traités illustre bien ce point. Elle doit en effet être considérée en amont du choix technique et permet d'optimiser les flux financiers et l'insertion des stations dans leur contexte social.

De nombreuses recherches sont menées sur des technologies de valorisation des boues ou des effluents liquides des stations d'épuration. Malheureusement, ces techniques ne sont que trop peu mises en avant dans les pays tropicaux. Le Sénégal en particulier possède un grand potentiel de réutilisation comme en témoignent les statistiques publiées par l'OMS, (2000) : en 2000, 92 % de l'eau y était utilisée pour l'agriculture, contre 5% pour les ménages et 3% pour les industries.

Koné, (2008) souligne l'importance d'un changement de vision afférant à la gestion des eaux usées et des boues de vidange. Ces produits présentent en effet un grand potentiel tant au niveau énergétique qu'agricole et devraient être intégrés aux réseaux urbains. Cette amélioration du système implique un changement obligeant ingénieurs et décideurs à mieux collaborer. Elle pousse les chercheurs à développer des technologies de traitement permettant la récupération des nutriments.

### 1.3) Evaluation des systèmes d'assainissement

Comme discuté plus haut, le changement de paradigme et l'optimisation des systèmes d'assainissement passent par l'évaluation préalable de ces derniers.

Le réseau NETSSAF, (2006) répertorie un nombre important de facteurs déterminant le fonctionnement des systèmes d'assainissement. Les domaines considérés permettent la prise en compte du contexte local qui est avancé comme un élément décisif.

Basé sur les modèles d'évaluation précédemment développés par (Balkema, 2002 ; Kvarntörn, 2004) ce document développe une méthodologie d'évaluation complète là où de nombreux modèles s'arrêtent à la définition d'indicateurs. Les critères considérés sont l'impact sur la santé humaine et l'environnement ainsi que les enjeux sociaux, économiques et techniques. Un poids peut être associé à chacun des critères pour évaluer séparément différentes communautés en fonction du milieu social et environnemental.

Suite à ce document qui présente une approche globale, une étude a été publiée sur le réseau NETSSAF, (2007). Cette dernière synthétise certains critères et évalue les options techniques pour la collecte, le transport et le traitement des eaux usées et des excréta. Ces options sont évaluées sur un barème de 5 points.

Les critères retenus sont répartis en 5 facteurs (enjeux liés à la santé, impact sur l'environnement, caractéristiques techniques, enjeux économique et financier, problématique sociale, culturelle et liée au genre). La distinction entre les facteurs décisifs et secondaires n'est cependant pas mise en évidence. Cela implique une étude poussée de ces critères.

Ces deux études fournissent un nombre important d'indicateurs applicables aux stations de traitement. Afin d'avancer des explications à la réussite ou à l'échec de ces stations, il faut toutefois faire appel à une littérature plus spécialisée dans les domaines suivants :

1. Gestion Institutionnelle ;
2. Conception Technique ;
3. Equilibre des ressources.

Les publications au sujet de la gestion institutionnelle des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange dans les pays en développement sont rares. En revanche, de nombreuses études et réflexions ont été menées sur les options techniques.

## 1.4) Considérations techniques

Les performances techniques des stations de traitement peuvent être évaluées sur la base des directives publiées par l'OMS, (2006). Ces directives concernent l'utilisation des eaux usées et des excréta. Elles sont basées sur l'évaluation quantitative du risque microbiologique. Les limites sont fixées à 1000 coliformes fécaux (CF)/100 ml et un œuf d'helminthe (HE) par litre. Les œufs d'helminthes sont utilisés comme indicateur de contamination fécale dans les pays en développement.

Les autres indicateurs souvent utilisés pour évaluer les taux épuratoires sont la demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub>, la demande chimique en oxygène DCO, la teneur totale en azote (TN), en phosphore (TP) et les matières en suspension (MES).

Les deux premiers permettent l'analyse de la pollution organique. La teneur en azote et en phosphore permettent d'évaluer le potentiel d'eutrophisation (Benedetti, 2008).

Strauss et al. (2003) insistent sur l'importance du choix des technologies et présentent la situation en matière de gestion des boues de vidange dans plusieurs villes du Sud. Les auteurs y discutent différentes solutions utilisées dans les systèmes d'assainissement autonome. Les options techniques abordées concernent la gestion des boues produites par l'utilisation de latrines à fosses, de fosses septiques et de toilettes publiques non raccordées au réseau d'égouts. Selon les estimations, ces systèmes largement répandus en Afrique de l'Ouest et au Sénégal produisent respectivement 0.2 l/j/hab, 1 l/j/hab, 2 l/j/hab (Strauss et al.1997). Ces quantités doivent être traitées au même titre que les effluents collectés dans les réseaux centralisés d'égouts (assainissement collectif).

Les fosses septiques sont largement utilisées dans le monde. Agissant comme réceptacle des excréta et des eaux usées, elles permettent la sédimentation des matières solides et une digestion anaérobie partielle (Massoud et al. 2009). Pour autant, ces installations ne dispensent pas de la mise en place de systèmes de collecte, de transport et de traitement des boues de vidange.

Strauss et al, (2003) soulignent l'importance de la mise en place de systèmes globaux d'assainissement prenant en charge aussi bien l'assainissement collectif que l'assainissement autonome. Ces systèmes nécessitent l'amélioration des textes légaux et des compétences opérationnelles pour la construction, l'exploitation et le suivi des infrastructures. Devant l'impossibilité de couvrir rapidement l'ensemble des régions en assainissement collectif, les pays doivent entreprendre des démarches pour améliorer les systèmes d'assainissement autonome. L'urgence de la situation est illustrée par les difficultés rencontrées par les autorités de villes comme Manille et Bangkok. Ces dernières doivent transporter et traiter des volumes dépassant 5000 m<sup>3</sup>/j de boues de vidange. Cette situation est similaire à celle du Sénégal où les stations réalisées pour le traitement des boues de vidange sont largement dépassées par les quantités produites.

Les solutions techniques pour la prise en charge de ces boues et des eaux usées dans les pays en développement sont peu avancées. Pour cette raison, plusieurs auteurs ont travaillé ces dernières années sur l'étude de systèmes de traitement adéquat comme les filtres plantés et le lagunage.

Les filtres plantés basé sur les interactions entre les plantes et les micro-organismes présentent une alternative intéressante pour la prise en charge des boues de vidange. Ce sont des surfaces planes constituées de médias drainant (sable, graviers) étagés pour permettre la rétention des particules solides en surface et la percolation du liquide vers des drains situés en profondeur. Ils peuvent être plantés ou non. Contrairement aux lits de séchage simple utilisés au Sénégal, ils sont aussi équipés d'un système de ventilation par tubes.

Koottatep et al. (2005) documentent les connaissances pratiques développées au cours de 7 ans d'expérimentation sur des filtres plantés en Thaïlande. Les critères important qui doivent être pris en compte lors de la planification et des études techniques incluent le dimensionnement des bassins (géométrie, matériaux minéraux et végétaux) et les conditions d'exploitation (charge appliquée, culture des plantes).

On peut noter aussi les compétences requises pour assurer des niveaux d'épuration satisfaisants et la bonne santé des plantes. Ce point crucial rappelle que les systèmes naturels de traitement doivent faire l'objet d'un suivi et d'une maintenance soignés. Différentes expériences ont permis de définir que la conservation des couches de bio-solides pendant une longue période permet de réduire la dissémination d'œufs d'helminthes viables.

Le lagunage est une méthode de traitement naturel. Il consiste en une succession de bassins opérant différentes formes de traitement en fonction de leur dimensionnement et de la biomasse s'y développant. Le traitement par lagunage est largement utilisé dans le bassin méditerranéen et dans les pays en développement. Pour ces derniers, le cout réduit de cette technologie présente un avantage majeur (Mahassen et al. 2008).

Un étage anaérobie non obligatoire permet la digestion des MES par fermentation et méthanogénèse. Il est caractérisé par une profondeur pouvant dépasser 3 m. Un étage facultatif vise la rétention des matières en suspension dans des conditions aérobies. Les bassins sont moins profonds pour permettre la photosynthèse. Un étage de maturation permet l'abattement des pathogènes par une forte concentration de micro-algues, une prédation accrue entre micro-organisme car le milieu est moins chargé et le rayonnement solaire. Ces bassins sont moins profonds (1 - 1.5 m).

Au sujet du lagunage, Dodane et al. (2006) soulèvent différents problèmes liés à l'infiltration d'eau dans le sol, au rejet de l'effluent en milieu naturel, et à la diminution des taux épuratoires dû au dérèglement du pH ou du taux d'oxygène. Cette sensibilité rappelle l'importance du suivi pour tous les types d'installation et celle des compétences en matière d'optimisation. Cela s'applique aussi bien aux méthodes de traitement naturelles qu'aux méthodes classiques pour lesquelles les besoins énergétiques sont plus importants.

Parmi les méthodes classiques, les boues activées sont largement utilisées autour du monde, y compris dans des pays émergents ou en développement. Les boues activées sont appliquées pour le traitement secondaire (élimination de la pollution biologiques et chimiques). Elles consistent en la mise en contact prolongée des eaux usées avec un mélange riche en bactéries. Le mélange est aéré afin de favoriser l'activité biologique et d'améliorer l'élimination de la pollution carbonée. Il est possible de coupler cette technologie à un étage anoxique non-aéré pour la dénitrification des composés azotés. Dans ce cas, une recirculation des boues mixtes du bassin aéré vers le bassin anoxique est nécessaire.

L'utilisation de boues activées s'accompagne d'une étape de clarification basée sur le principe de décantation. Cette dernière nécessite un temps de résidence hydraulique suffisant pour que les matières solides sédimentent au fond du bassin. Ce principe est aussi utilisé pour le traitement primaire (élimination des impuretés physiques), en amont du traitement secondaire.

Ces études techniques nous permettent de comprendre les enjeux et implications des différentes étapes du traitement mais n'offrent pas de vision globale. La compréhension de l'influence des processus les uns par rapport aux autres reste incomplète, tout comme celle des facteurs économiques et institutionnels.

## 1.5) Considérations concernant les ressources

Plusieurs études se sont penchées sur l'analyse des flux financiers des installations de traitement. Steiner et al. (2003) calculent les coûts d'investissement et d'exploitation pour chacune des étapes de gestion des boues de vidange (collecte, transport, traitement, valorisation et vente des produits ou dépotage). La modélisation des flux monétaires entre les acteurs met en évidence des facteurs négatifs tels que la distance du lieu de collecte au lieu de traitement, le manque de volonté d'investissement pour l'exploitation et le manque de support pour la valorisation des produits.

Différents modes de paiement sont à considérer pour l'assainissement. Au Sénégal, les ménages utilisant l'assainissement autonome payent le coût des services de vidange qui incluent une taxe de dépotage à la station. Pour l'assainissement à travers les réseaux d'égouts, une taxe d'assainissement est prélevée sur la consommation d'eau potable des ménages Steiner et al. (2003).

Une étude menée par Zhou et al. (2009) utilise le concept d'emergy pour comparer des méthodes de traitement naturelles et artificielles. Le concept d'emergy introduit en 1983 évalue l'énergie nécessaire pour la réalisation d'un service pendant la construction des infrastructures nécessaires et l'exploitation de ces dernières.

Il ressort clairement qu'au regard de l'analyse de l'emergy, une technique de traitement naturelle comme les filtres plantés devance largement une technique comme les boues activées. Ce résultat rappelle l'importance du choix technique en amont de la réalisation et son influence sur les charges d'exploitations qui peuvent constituer une difficulté majeure dans la gestion du système d'assainissement.

Une autre étude réalisée en contexte africain présente une analyse précise du bilan investissement et fonctionnement pour 3 options techniques de traitement des boues de vidange. Dans cette dernière, Dodane et al. (2009) étudient le bilan financier de lits de séchage plantés alimentés en boues brutes et épaissies et de lits de séchage non-plantés en prenant en compte l'effet de taille. Il apparaît que les coûts d'investissement varient énormément selon le mode d'exploitation d'une même installation. Les compétences et la recherche appliquée pour l'optimisation des stations de traitement sont donc primordiales.

Ces éléments d'analyse nous permettent d'appréhender les enjeux économiques et leur corrélation avec l'organisation institutionnelle et les choix techniques. Cependant, l'importance de ces facteurs et de leur combinaison reste difficile à définir. Il reste donc à documenter les éléments décisifs à prendre en compte lors de la conceptualisation d'une nouvelle station de traitement. Cette étape est effectuée par le biais d'une étude de cas au Sénégal présentée ci-après.

## 2) CADRE DE L'ETUDE ET INSTITUTION D'ACCUEIL

### 2.1. Sénégal

#### 2.1.1. Situation politique, géographique et démographique

Le Sénégal est situé à l'extrême ouest de la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest entre 12.5 et 16.5 degrés de latitude Nord. Son territoire est bordé par 5 pays que sont le Mali, la Mauritanie, la Guinée Bissau, la République de Guinée et la Gambie (voir figure 1).

La population sénégalaise est estimée à 12'171'265 habitants et présente un taux de croissance annuel de 2.5% (République du Sénégal, 2002). Elle est répartie sur une superficie de 196'712 km<sup>2</sup> (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2009). Son territoire est divisé en 11 régions et 34 départements eux-mêmes partitionnés en communes possédant des autorités locales.

Le Sénégal bénéficie d'un climat de type soudano-sahélien caractérisé par la dominance d'une longue saison sèche sur la saison des pluies allant de juin à octobre.

La pluviométrie annuelle est faible au nord (340 mm pour l'année 2002 à Louga) et importante au sud (1070 mm pour l'année 2002 à Ziguinchor). La température moyenne annuelle dépasse les 28 °C pour ces deux villes (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2004).

La population urbaine du pays représente 41% de la population totale. La moitié de cette population réside à Dakar (environ 2 millions) et le restant est regroupé dans d'autres centres urbains dont Thiès est le plus grand.

La densité moyenne de 50 habitants au km<sup>2</sup> pour le pays se démarque nettement de la situation de Dakar où elle atteignait 3'064 habitants au kilomètre carré en 2002. (République du Sénégal, 2002)

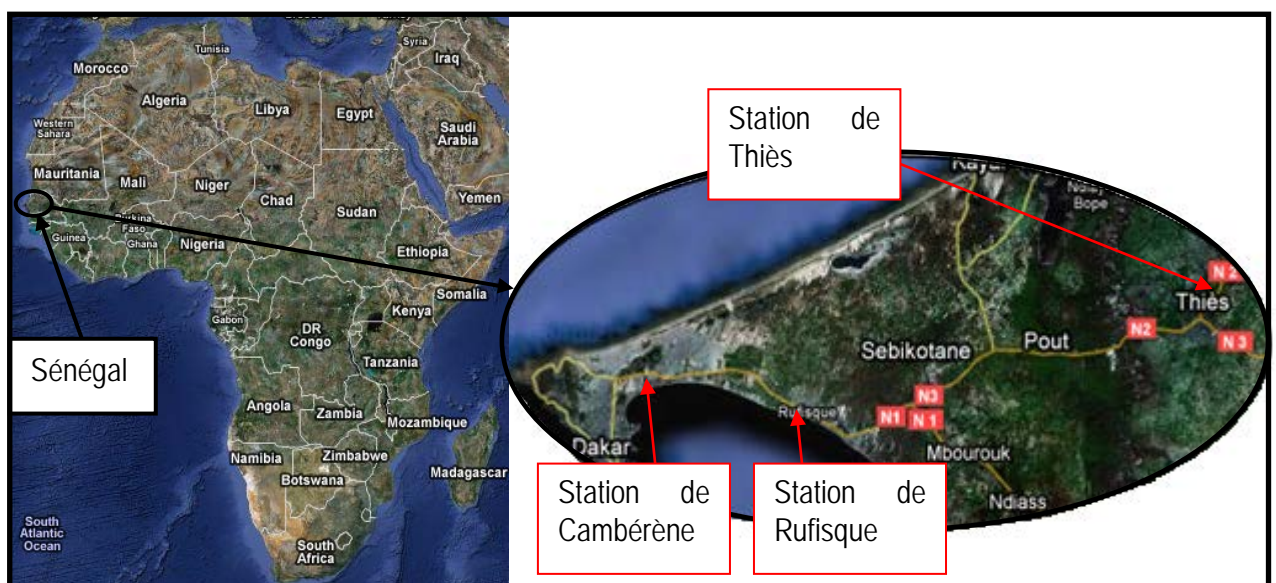


Figure 1: Situation géographique du Sénégal et des trois villes étudiées

En 2007, le secteur tertiaire dominait l'économie avec 54.2% des activités du pays. Le PIB par habitant était chiffré à 469'498 FCFA (715 Euros)(Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2007).

La capitale du pays, située sur la presqu'île du Cap Vert est une plaque tournante importante de l'Afrique de l'Ouest. Ses 525 km<sup>2</sup> (République du Sénégal, 2002) abritent 80% des établissements industriels et commerciaux et regroupe la majeure partie des activités administratives du Sénégal. Sa région compte 4 départements (Dakar Pikine, Guédiawaye et Rufisque) divisées en 43 communes. Elle est limitée par la ville de Thiès à l'Est (Ndiaye, 2007).

### ***2.1.2. L'assainissement au Sénégal***

Le Sénégal se caractérise par un accès aux services d'assainissement de relativement bonne qualité en comparaison à la moyenne des pays sub-sahariens.

Un des exemples le plus éloquent des efforts consentis pour ce secteur est le partenariat public-privé mis en place en 1996 lors de la première réforme du secteur de l'eau. Depuis, la Sénégalaise des Eaux (SDE, filiale de Saur International) gère le système d'accès à l'eau potable. Cette même réforme a aussi permis au Sénégal de se démarquer dans le domaine de l'assainissement en mettant en place l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS). Ce dernier est conçu sur la base de la structure de l'Office National de l'Assainissement en Tunisie.

Le pays est doté d'une loi sur l'environnement et d'une norme sur le rejet des eaux usées (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, 2001 ; République du Sénégal, 2001). Une loi sur l'assainissement est actuellement en préparation.

Les villes du Sénégal sont classées en deux catégories distinguant les villes « assainies » des « non assainies ». Le terme « assaini » est utilisé pour décrire les villes partiellement desservies par un réseau d'égouts. Seuls les habitants de ces villes payent la taxe à l'assainissement.

L'importance des disparités observées au niveau de l'accès aux infrastructures de distribution d'eau potable et d'assainissement est marquante. En effet, seules 5 villes sont assainies. Ce sont Dakar, Mbour/Saly, Louga, Saint-Louis et Kaolack (Diongue, 2006).

Le taux moyen d'accès à l'assainissement au Sénégal se chiffrait à 79% en 2002 dans les zones urbaines. Il n'atteignait que 34% dans les zones rurales (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 2002). Ce taux représente la population ayant accès à des installations d'assainissement, que ce soit des fosses septiques ou des réseaux d'égouts. Le reste de la population n'a accès à aucun service d'assainissement.

Pour l'ensemble du pays, le recensement de 2002 décomptait un taux de 10.4 % de raccordement des toilettes au réseau d'égout et estimait que 38.9% de la population ne connaît que les espaces naturels comme système d'assainissement. Dans les régions, 3/4 des ménages évacuent les eaux usées dans la rue et dans la nature (République du Sénégal, 2002).

En 2007, la population de Dakar est assainie à hauteur de 81%. Parmi cette population, 49% dépendent toujours du système autonome (Sow, 2009).

Selon des estimations faites par Sow, (2009) sur la population payant la redevance assainissement, les volumes d'eaux usées collectés sur la région de Dakar se chiffrent à 50'094'719 m<sup>3</sup> dont 15'782'541 m<sup>3</sup> circulent par le système tout à l'égout Dakar 1 et 2 et Rufisque. 65% de ce volume est rejeté tel quel dans le milieu naturel.



Il apparaît donc clairement que le système de traitement de la capitale est insuffisant. Dakar est dans une situation critique, surtout au vu de son territoire limité à la presqu'île du Cap Vert et de sa densité d'habitant.

Ce constat a poussé le gouvernement du Sénégal à la mise en place de programmes successifs dans le domaine de l'eau et de l'assainissement.

Le premier programme qui a permis la réforme du secteur de l'eau en 1995 est appelé Projet Sectoriel Eau (PSE). Il est succédé par le Projet Eau à Long Terme (PELT) lancé en 2002 et réalisé avec l'appui de la Banque Mondiale (Badji, 2008).

Le PELT a permis le lancement du PAQPUD (Programme d'Amélioration de l'Assainissement des Quartiers Péri-Urbains de Dakar) dont la composante assainissement autonome est importante.

Le PAQPUD, terminé en 2009, a amélioré le cadre de vie de communes de Guédiwaye et de Pikine par la mise en place d'un réseau d'égouts à faible diamètre. Une partie importante des eaux récoltées par ce réseau est rejetée dans des stations de traitement. De plus, la mise en fonction de 3 stations de traitement de boues de vidange dont celles de Cambérène et de Rufisque fait partie des réalisations de ce programme (ONAS, 2007 ; Walker, 2008).

Le Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire (PEPAM) a été mis en place pour assurer l'atteinte des OMD d'ici 2015 <sup>(1)</sup> PEPAM, 2009). Il prévoit l'extension de 800 km de réseau d'égouts, l'atteinte d'une capacité de traitement des stations de 33'000 m<sup>3</sup>/j, le branchement de 92'400 édifices aux égouts et la mise en place de 135'000 systèmes autonomes <sup>(2)</sup> PEPAM, 2009).

Ce programme reprend les objectifs et réalisations du PAQPUD. Il vise à faire passer le taux d'assainissement en milieu urbain de 56.7 à 78%. Les objectifs fixés pour Dakar et les centres assainis sont fixés respectivement à 85% et à 72 % (Ndaw, 2009).

## 2.2. ONAS

### 2.2.1. Historique

Le service responsable de l'assainissement au Sénégal faisait partie jusqu'en 1995 de la SONEES, Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal. Ce service, créé en 1971 et réformé en 1983 avait la concession du service publique au niveau de l'exploitation, de la planification et de la maîtrise d'ouvrage pour le domaine de l'eau et de l'assainissement.

La réforme entraînant l'éclatement de cette société en 3 entités que sont la SONES (Société Nationale des Eaux du Sénégal), la SDE (Sénégalaise des Eaux) et l'ONAS (Office National de l'Assainissement du Sénégal) en 1996, a donné au secteur de l'assainissement une autonomie plus grande.

Officiellement créé le 22 février 1996, l'ONAS bénéficie du statut EPIC (Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial). Son organisation et son fonctionnement sont régis par le décret n° 96-662 du 7 août 1996 (République du Sénégal, 1996).

Un contrat de performance daté d'août 2008 lie l'ONAS à l'Etat du Sénégal. Dans ce dernier, l'Etat est représenté par les Ministres chargés de l'Economie et des Finances, de l'Assainissement et des Collectivités Locales (République du Sénégal, 2008).

Ce contrat renouvelable d'une durée de 5 ans fixe les responsabilités de l'Etat concernant la politique et le financement de l'assainissement ainsi que les permis de construire. Il engage aussi l'ONAS au respect de ses missions officielles. Des délais et des indicateurs sont fixés pour la gestion des infrastructures d'assainissement collectif, d'assainissement autonome, des eaux pluviales et pour la gestion financière.

Le ministère chapeautant l'ONAS est le Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique Urbaine, de l'Hygiène Publique et de l'Assainissement.

De par son statut EPIC, L'ONAS ne dispose pas d'une autonomie totale de fonctionnement. Il est sous la tutelle technique de la Direction de l'Assainissement, chargée entre autre de la définition des politiques sectorielles et tarifaires et de suivre l'ONAS dans la planification et la mise en œuvre de l'assainissement urbain. La tutelle financière est assurée par le Ministère de l'Economie et des Finances (République du Sénégal, 2008).

### **2.2.2. Mission et financement**

L'ONAS est chargé de la collecte, du traitement, de la valorisation et de l'évacuation des eaux usées et pluviales en zone urbaine et périurbaine. Ses missions telles qu'elles sont présentées sur le site internet officiel sont les suivantes :

- la planification et la programmation des investissements ;
- la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, la conception et le contrôle des études et des travaux d'infrastructures d'eaux usées et pluviales ;
- l'exploitation et la maintenance des installations d'assainissement d'eaux usées et pluviales ;
- le développement de l'assainissement autonome ;
- la valorisation des sous-produits des stations de traitement ;
- toute opération se rattachant directement ou indirectement à son objet, dans la limite des zones urbaines et périurbaines.

Les ressources prévues pour le fonctionnement de l'ONAS s'énoncent comme suit :

- la redevance assainissement prélevée auprès des ménages bénéficiant d'un branchement pour l'eau potable ;
- les produits de l'exploitation ;
- la taxe sur les constructions nouvelles ou existantes ;
- la taxe sur la pollution ;
- la participation des communes à l'exploitation des infrastructures d'eaux pluviales ;
- les dons et legs qui pourraient lui être attribués.

Malgré ces ressources nombreuses, l'ONAS fait face à de graves difficultés financières. Les taxes sur les constructions et sur la pollution ainsi que la participation des communes n'ont jusqu'à présent pas été mises en place. Seule l'exploitation des stations de traitement de boues de vidange (STBV) permet de générer quelques ressources financières.

Par conséquent, l'office reste entièrement dépendant des investissements externes et de la redevance assainissement. Cette dernière est prélevée dans toutes les villes dites assainies et même auprès des familles ne bénéficiant pas du système d'assainissement collectif. Malgré cela,

elle ne suffit pas à financer l'ensemble des activités liées au fonctionnement de l'office. En effet, pour l'année 2008, seuls 20% (Sow, 2009) des charges de fonctionnement étaient couverts par la taxe d'assainissement. Celle-ci est fixée par tranche de consommation d'eau potable (10 FCFA/m<sup>3</sup> (0.015 Euros) entre 0 et 20 m<sup>3</sup>, 45.85 FCFA/m<sup>3</sup> (0.07 Euros) entre 21 et 40 m<sup>3</sup>). Ce déficit devrait en partie être comblé en 2009 par la révision des montants prélevés sur la consommation en eau des services étatiques (République du Sénégal, 2008).

Le budget de l'ONAS est voté par un conseil d'administration, ainsi que toute modification de sa masse salariale.

Les investissements externes permettent à l'ONAS d'implémenter et de réhabiliter au besoin les infrastructures d'assainissement. Ce concernant, l'ONAS dépend du Budget Consolidé d'Investissement (BCI) du Ministère des Finances qui est géré en interne par l'Agent Comptable Particulier (ACP).

### 2.2.3. Organigramme

L'organigramme général de l'ONAS est constitué d'une Direction Générale à laquelle sont directement rattachés plusieurs services et les 5 Directions présentées ci-après. La figure 2 présente l'organisation de ces différentes structures qui sont toutes regroupées au siège, à Dakar.

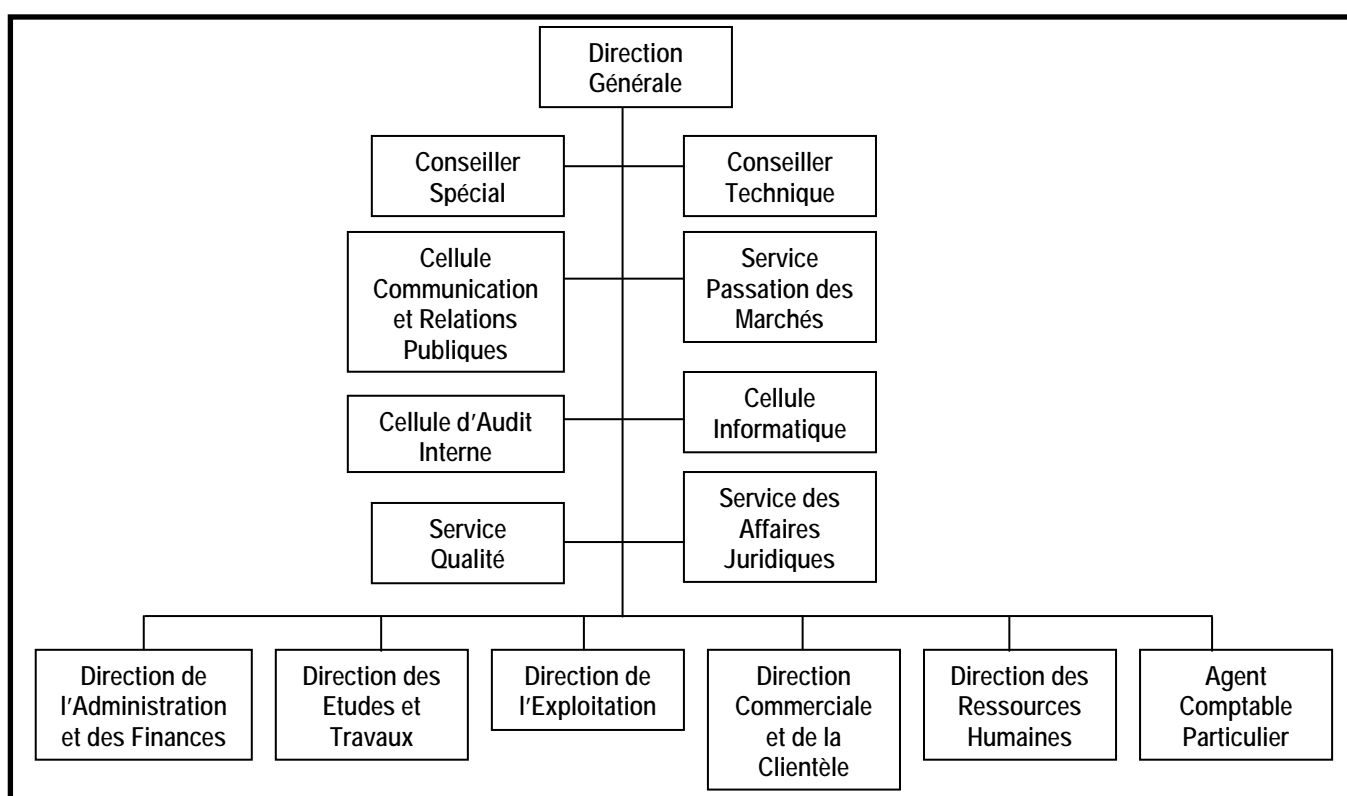


Figure 2: Organigramme des services sous la responsabilité de la Direction Générale  
(Tiré du site intranet de l'ONAS)

Le Directeur Général (DG) est nommé par décret sur recommandation du Ministère de l'Assainissement et du Ministère des Finances. La Direction Générale est responsable des tâches administratives. Ses 17 agents (Sow, 2009) sont répartis dans différents services dont le

service qualité responsable du respect des normes ISO 9000 pour assurer la certification de l'ONAS.

La Direction Administrative et Financière (DAF) centralise les tâches administratives et financières. Elle contrôle les demandes de travaux (DT) et d'achat (DA) avant leur validation par le DG.

La Direction des Ressources Humaines est formée d'une Division Sociale, d'une Division Infirmerie et d'une Division Hygiène et Sécurité. Elle gère la formation et les salaires des employés.

L'Agent Comptable Particulier est sous la tutelle directe du Ministère des Finances (République du Sénégal, 1996). Il est chargé de l'exécution et du suivi des dépenses de la Direction.

La Direction Commerciale et de la Clientèle (DCC) est responsable de la valorisation et de la commercialisation des sous-produits de toutes les stations. Elle a en charge la gestion administrative de la clientèle. La DCC compte 12 agents et se doit de participer à toute étude visant à l'accroissement des ressources commerciales. Les stations de traitement des boues de vidange (STBV) sont directement rattachées à cette direction.

La Direction des Etudes et Travaux (DET) est responsable de la planification de l'investissement, du suivi des études et des travaux de tous les projets et des extensions. La DET compte 14 agents répartis dans les différents services présentés à la figure 3.

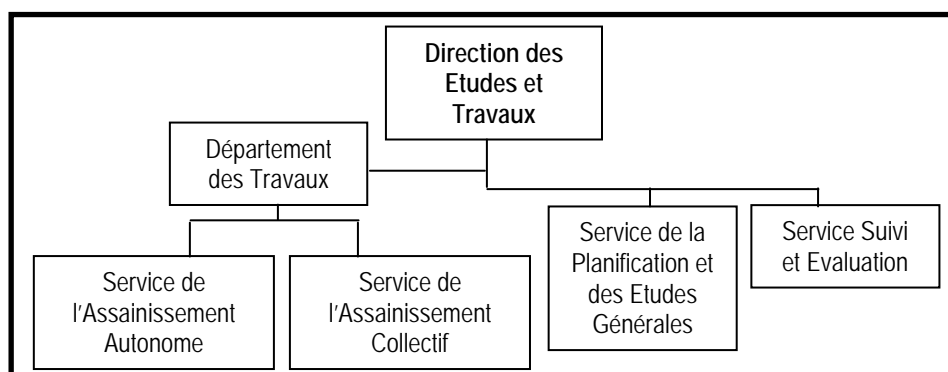
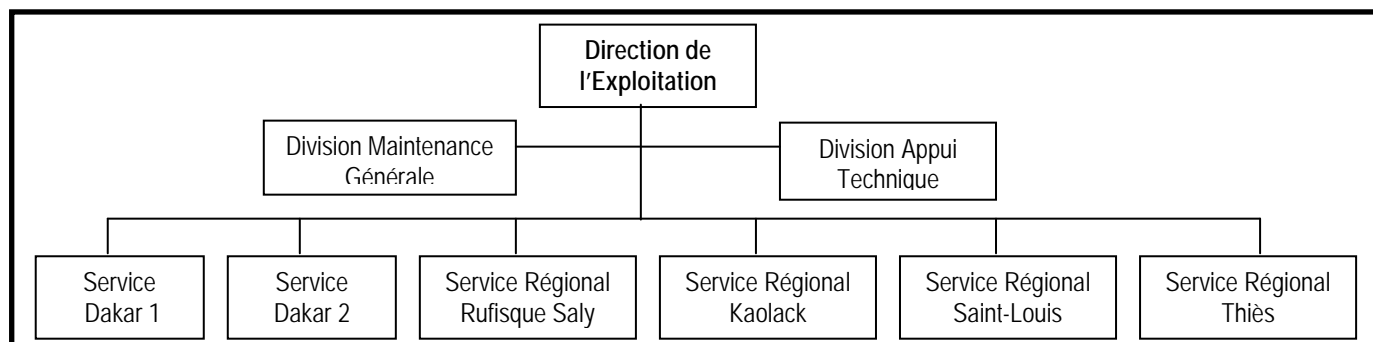


Figure 3: Organigramme de la Direction des Etudes et Travaux

La Direction de l'Exploitation (DEX) est responsable de la prise en charge et de la maintenance des installations, de la collecte et du traitement des eaux usées, de la valorisation et de l'évacuation des sous-produits. Elle a comme objectif la réduction des rejets directs dans la nature. Elle est aussi chargée d'apporter des recommandations techniques et d'assurer une veille technologique. Les effectifs de la DEX sont constitués de 85 agents répartis dans toutes les régions assainies sous forme de Services Régionaux. A cette direction sont aussi rattachées la Division de la Maintenance et des Moyens Généraux (DMMG) et la Division Appui Technique chargées d'appuyer tous les services de l'exploitation.

La figure 4 présente l'organigramme de cette direction.



**Figure 4:** Organigramme de la Direction de l'Exploitation

### 3) OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

#### 3.1. Objectifs généraux

Les objectifs sous-jacents à cette étude sont l'amélioration du cadre de vie des populations urbaines et périurbaines et la durabilité des projets de développement dans le domaine de l'assainissement. Elle a pour but la compréhension des facteurs influençant le succès ou l'échec des stations de traitement des eaux usées et de boues de vidange en Afrique de l'Ouest. Le fonctionnement de ces installations à grande échelle pouvant être déterminé aussi bien par l'organisation au niveau institutionnel et technique que par la gestion des ressources, il s'agit d'appréhender le système de manière holistique et d'apporter une description précise des enjeux liés à ces différents facteurs.

Une méthode d'évaluation cohérente et facilement applicable est proposée sur la base d'une étude de cas menée dans 3 villes du Sénégal. L'élaboration d'une méthodologie répliquable constitue l'objectif principal de cette étude. L'appréhension des éléments clés déterminant le fonctionnement des stations permet de faire des recommandations pour la conception et la mise en fonction de futures installations dans des contextes similaires au contexte sénégalais.

##### *3.1.1. Objectifs spécifiques*

La compréhension des facteurs déterminant le fonctionnement des stations est atteinte par la réalisation des objectifs spécifiques suivant :

- Une liste d'indicateurs représentative des éléments clés pouvant jouer en faveur ou en défaveur des projets de stations de traitement à large échelle est élaborée ;
- Une méthodologie d'évaluation du système de mise en place et de gestion des stations de traitement est proposée pour les principaux acteurs de l'assainissement de la région ouest-africaine ;
- Des recommandations concernant la mise en place d'installations de traitement des eaux usées ou des boues de vidange sont élaborées.

## 4) MÉTHODOLOGIE

L'étude d'un système complexe comme celui analysé fait appel à un nombre important de facteurs, raison pour laquelle une méthode multicritère est adoptée. Cette décision se justifie par les éléments phares du paradigme multicritère tels que décrits par Roy et repris par Maystre et al. (1994) :

- Plusieurs critères guident l'évolution du système ;
- Ils sont localement ou globalement conflictuels ;
- Ils favorisent la mise en place et la succession de compromis ou invitent à un arbitrage ;
- Les compromis réalisés tendent à un équilibre qui peut être transitoire en cas de succession.

L'approche holistique permet d'appréhender la problématique de manière complète et d'élaborer une liste d'indicateurs aussi exhaustive que possible et représentative de la situation évaluée.

La méthodologie d'évaluation des facteurs de succès et d'échec est élaborée de manière participative et itérative afin de tenir compte des apports des divers acteurs de l'assainissement. Elle est créée sur la base de l'étude de cas du Sénégal et de méthodes d'analyse multicritères adaptées pour répondre aux caractéristiques de la problématique.

La démarche s'articule autour des étapes présentées à la figure 5. Elle est agencée en trois phases :

1. La période du 16 février au 14 mars 2009 est consacrée à la pré-étude. Les objectifs de cette étape sont l'analyse du contexte et l'établissement des principes et outils de base de l'étude ;
2. La période du 15 mars au 15 mai 2009 fait l'objet de la collecte de données ainsi que de l'affinement de la liste d'indicateurs ;
3. La période du 18 mai au 19 juin 2009 est réservée à l'analyse des données, à l'établissement de la liste finale d'indicateurs, l'élaboration de la méthodologie et des recommandations. La rédaction du rapport final est faite à la fin de cette période.

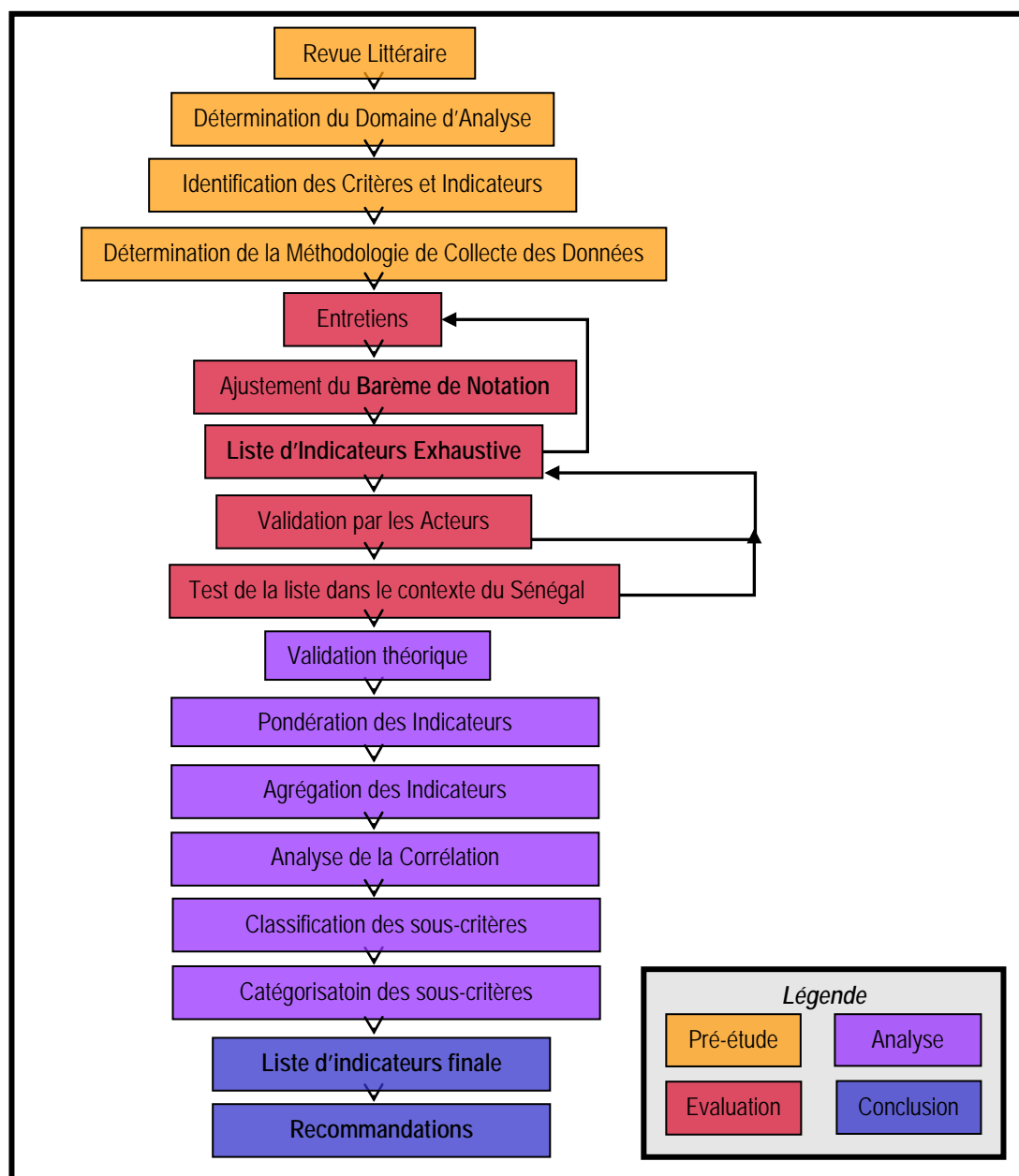


Figure 5: Schéma des étapes méthodologiques de l'étude

#### 4.1. Pré-étude

Cette première étape effectuée dans les bureaux du Sandec à Dübendorf dure un mois. Pendant cette période, les échanges avec les spécialistes du domaine permettent une compréhension claire des enjeux de l'étude nécessaire à l'évaluation de la situation sur place. Elle est principalement constituée de la recherche bibliographique, de la prise de connaissance du contexte de l'étude et de l'élaboration d'une première liste d'indicateurs disponible à l'annexe 3.

La recherche bibliographique sur la problématique des systèmes d'assainissement dans les pays en voie de développement ainsi que les méthodes d'évaluation permet de poser les premiers principes de la présente étude.



L'objectif de cette pré-étude est d'élaborer une méthodologie simple et acceptable par les responsables de l'assainissement et de l'appliquer au contexte sénégalais afin d'évaluer précisément la situation de ce pays qui fait office d'exemple en Afrique de l'Ouest.

Une deuxième étape d'exploration de la bibliographie concerne des articles et ouvrages scientifiques présentant les techniques de traitement des eaux usées et des boues de vidange ainsi que les contraintes liées à leur exploitation dans les régions tropicales.

Certaines observations importantes déterminant le déroulement de l'étude peuvent être faites au regard de la revue littéraire :

1. Les études d'évaluation de la problématique de l'assainissement dans les pays en voie de développement sont soit très générales, soit confinées aux seuls domaines techniques ou financiers. L'analyse de la problématique du point de vue institutionnel n'y est pas suffisamment développée ;
2. Au vu du nombre important d'installations partiellement ou entièrement abandonnées et des difficultés rencontrées à l'exploitation, la nécessité d'évaluer les facteurs d'échec de ces stations est réelle.

La dernière série de documents exploités est consacrée à la littérature concernant l'organisation institutionnelle et économique ainsi que les options techniques installées au Sénégal.

## 4.2. Détermination du domaine d'analyse

Le choix du Sénégal comme domaine d'étude s'explique par le fait que ce pays possède une expérience de plus de 20 ans dans la gestion de stations de traitement. Le secteur de l'eau et de l'assainissement ayant traversé plusieurs réformes, l'organisation au niveau institutionnel permet des comparaisons intéressantes dans un même contexte.

Le Sénégal est un des rares pays ouest-africain exploitant plusieurs stations de traitement de boues de vidange. De plus, diverses options techniques fonctionnent depuis plusieurs années. Le suivi régulier de ces dernières assure une disponibilité importante de données.

Enfin, la collaboration entre l'ONAS et le Sandec depuis 2006 dans le cadre du projet financé par la fondation Velux permet les facilités de contact nécessaires à la réussite d'une telle étude (Mbégué, 2008).

Au point de vue géographique, les stations évaluées sont cantonnées dans la région de Dakar pour des questions de mobilité.

Nombre de recherches abordent la problématique de l'assainissement dans les pays en développement du point de vue technique ou social uniquement. Ces approches méritent d'être élargies pour considérer aussi bien les facteurs institutionnels et techniques que l'équilibre des ressources énergétiques et financières.

En effet, seule la combinaison de ces éléments peut expliquer le succès ou l'échec du fonctionnement des stations de traitement d'eaux usées et de boues de vidange.

Au vu du nombre important de point à prendre en compte, des analyses à effectuer et en considération du temps à disposition pour cette étude, il est nécessaire de nous concentrer sur un domaine d'analyse restreint et bien défini. Ainsi, les limites sont fixées aux stations de traitement au sens strict.

Les contraintes liées au réseau d'égout sont traitées comme des facteurs externes. Elles sont intégrées de manière indirecte avec les considérations sociales. L'intégration des populations dans les projets ne fait pas l'objet d'un domaine à part entière. Elle est incluse sous forme d'indicateurs dans les domaines institutionnels (critère d'intégration sociale) et de l'équilibre des ressources (sous-critère de valorisation).

### 4.3. Identification des indicateurs

L'élaboration de la liste d'indicateurs est un processus itératif et participatif afin d'assurer son caractère exhaustif et sa validation par les personnes ressources.

La méthodologie d'évaluation est affinée à chaque étape avec la **liste d'indicateurs**. Celle liste constitue la colonne vertébrale de cette étude. Elle prend en compte des **problématiques** rencontrées sur les stations et pour leur gestion. Elle doit être représentative des **points de vue** des différents acteurs sur chaque problématique.

Les conditions fixées pour l'élaboration de cette liste sont inspirées de Maystre et al. (1994) :

- Les objectifs et moyens de l'étude doivent être connus et acceptés par tous les acteurs ;
- Les indicateurs doivent permettre l'évaluation de toutes les situations possibles ;
- Ils doivent être définis en amont de la comparaison ;
- Chaque indicateur doit être applicable à tous les cas.

Une **structure hiérarchique** est définie afin de distinguer les niveaux d'information et d'organiser l'étagement entre les concepts généraux et détaillés. Elle est constituée de trois **domaines** :

1. Domaines de l'organisation institutionnelle ;
2. Domaine de la conception technique ;
3. Domaine de l'équilibre des ressources.

Chaque domaine est évalué par plusieurs critères qui sont déclinés en sous-critères, eux-mêmes analysés par le biais d'indicateurs. Cette terminologie utilisée pour distinguer les différents niveaux dans la suite du rapport se rapporte aux notions de critères et de familles de critères utilisées dans les ouvrages de Maystre et al. (1994, 1999).

Aucune condition n'est posée sur la régularité de la structure. Ceci permet de la compléter et de l'affiner en fonction des données recueillies sur place. Le fait qu'un sous-critère puisse avoir plus d'indicateurs qu'un autre ne pose pas le problème de compensation entre les indicateurs, les sous-critères et les critères. En effet, une partie importante des analyses est faite sur les sous-critères.

Les **critères** représentent des problématiques générales. Ces problématiques sont développées de manière plus précise à l'échelle des **sous-critères**.

Les **indicateurs** sont constitués d'éléments faciles à évaluer sur place. Ils sont jugés représentatifs des sous-critères influençant le fonctionnement des stations de traitement à grande échelle. De plus, ils sont choisis de manière à éviter la redondance et à être indépendant.

Afin d'alléger l'évaluation, le nombre d'indicateurs est limité aux éléments représentatifs et déterminants. La liste préliminaire est élaborée sur la base des données recueillies au cours de la revue littéraire. Elle comprend 40 indicateurs répartis dans 29 sous-critères.

Elle constitue une base solide de discussion pour élaborer les barèmes d'évaluation et parfaire la définition du domaine d'étude ainsi que les acteurs à impliquer dans la recherche. Cette liste regroupe les indicateurs évaluant les performances des stations de traitement et ceux concernant les facteurs de succès et d'échec (annexe 3).

Les indicateurs de performance et d'évaluation sont ensuite séparés afin de distinguer ces informations différentes.

Les **performances** représentent l'état du système de gestion et d'exploitation des stations. Les **indicateurs d'évaluation** permettent de comprendre les mécanismes menant à l'état observé.

La liste préliminaire sert aussi de canevas pour l'établissement des guides d'entretiens.

Les discussions réalisées lors des premières rencontres avec les responsables de l'assainissement au Sénégal permettent de reformuler certains indicateurs et d'en compléter la liste. Cette nouvelle liste est ensuite utilisée pour les séries d'entretiens suivantes, qui complètent et affinent en retour les indicateurs et les barèmes d'évaluation.

Une série de plusieurs itérations permettent l'élaboration de la liste intermédiaire disponible à la section 5.1. Cette dernière a pour objectif de répertorier un maximum d'indicateurs jugés cohérent et correspondant au contexte ouest-africain. Elle est validée par une discussion avec les acteurs locaux.

La **liste intermédiaire** est constituée des 13 critères déclinés en 51 indicateurs qui prennent en compte les facteurs de succès et d'échec des stations de traitement. La présente étude étant basée sur l'évaluation du contexte sénégalais, les étapes d'analyse et les résultats sont influencés par plusieurs caractéristiques propres à ce pays. Ces caractéristiques constituent des hypothèses de travail importantes dont il s'agit de tenir compte lors de l'application de la méthodologie d'évaluation. Elles s'énoncent comme suit :

Au niveau institutionnel :

1. L'office est une structure publique au fonctionnement centralisé ;
2. Il regroupe les compétences au niveau de la planification et de l'exploitation des installations de traitement ;
3. Actuellement, une seule école est spécialisée dans le domaine de l'assainissement dans toute l'Afrique de l'Ouest. Les ressources en personnel qualifié sont donc limitées.

Au niveau technique :

1. La conception devrait prendre en compte que les températures moyennes annuelles sont élevées, que le taux d'évaporation est haut et que les ressources en eau d'irrigation sont limitées.
2. La plupart des techniques de traitement sont développées pour des contextes socio-économiques, culturels, climatiques et géographiques différant du contexte Africain. Ce point amène plusieurs remarques :
  - Le déroulement des processus épuratoires peut varier en fonction des conditions locales ;
  - Les pièces constituant les installations sont commercialisées sur d'autres continents, ce qui implique des complications et une perte de temps à l'importation.
3. Les paramètres de dimensionnement sont eux aussi élaborés pour des conditions différant du contexte ouest-africain.

Au niveau de l'équilibre des ressources :

1. L'office est dépendant de financements externes (bailleurs de fonds) pour la réalisation de ses projets et la réhabilitation de ses infrastructures ;
2. La fourniture en électricité n'est pas très fiable. Cela se solde par de nombreuses coupures de courant pouvant s'étaler sur des durées importantes ;
3. Dans les pays ouest-africains, une large partie de la population vit du secteur de l'agriculture. Elle est donc potentiellement demandeuse en compost et en eau.

La **liste finale** d'indicateurs déclinant les facteurs clés pour le succès du fonctionnement d'une station est définie en fonction des résultats des analyses concernant la pondération, l'agrégation, la corrélation et la classification. Ce processus est présenté à la section 4.7. La liste est développée de manière complète à l'annexe 4.

#### 4.4. Détermination du barème d'évaluation

L'établissement des barèmes d'évaluation et de pondération des indicateurs est lui aussi un processus itératif et participatif.

Parallèlement à l'élaboration de la première liste d'indicateurs, un premier barème d'évaluation des indicateurs est préparé en fonction des valeurs trouvées dans la littérature. Celui-ci est complété et amélioré au cours des entretiens et discussions.

Le **barème d'évaluation** est basé sur la nature de chacun des indicateurs. De nombreux points sont évalués de manière qualitative parmi lesquels certains sont directement notés en fonction de la satisfaction des acteurs questionnés. La nature des problématiques abordées limite le nombre d'indicateurs évalués quantitativement.

Afin d'ajuster au mieux la compréhension de chaque indicateur et de fournir des informations fiables et précises, le nombre de points des barèmes est ajusté.

Certains indicateurs sont notés sur 2 points :

1. = insatisfaisant ;
2. = satisfaisant.

D'autres indicateurs sont notés sur 3 points :

1. = insuffisant ;
2. = acceptable ;
3. = optimal et désiré.

Le 0 est évité afin de permettre des opérations de multiplication et de division lors de l'analyse.

## 4.5. Détermination du barème de pondération

La pondération fait l'objet d'un processus plus complexe que l'évaluation de la situation elle-même. En effet, l'avis de chaque acteur est à prendre en compte, et l'importance donnée aux différents indicateurs peut aussi différer en fonction de la situation locale. Il est possible par exemple qu'un indicateur défini comme déterminant à Thiès devienne moins important dans une autre station. La méthodologie d'analyse de la pondération est présentée en détails à la section 4.7.4.

Le **barème de pondération** est fixé sur une échelle de 5 points comme suit :

1. pas important ;
2. peu important ;
3. important ;
4. très important ;
5. déterminant.

Afin d'assurer à la méthodologie une acceptation optimale auprès des acteurs clés, ce barème est appliqué de manière objective en respectant les remarques des spécialistes contactés.

## 4.6. Evaluation des indicateurs

L'étude est organisée autour de la collecte de données effectuée dans la région de Dakar du 15 mars au 15 mai 2008. Pendant cette période, l'évaluation participative des indicateurs est faite de manière transparente afin de renforcer la participation des acteurs à tous les niveaux. Cette démarche permet de tester la liste élaborée. L'état des lieux qui en résulte doit être représentatif des forces et faiblesses du système de gestion des stations de traitement au Sénégal.

Afin d'aborder un nombre maximum de situations et d'agencement technique, 5 stations ont été retenues parmi lesquelles deux stations de traitement des eaux usées de taille et d'âge différentes fonctionnent sur le principe des boues activées, et une selon celui du lagunage.

Les deux stations recevant des boues de vidange traitent ces matières sur des lits de séchage. Leur taille ainsi que le mode de traitement des eaux de décantation et des percolats diffère.

L'agencement technique des différentes stations est présenté plus en détail à la section 4.6.3.

La fiabilité des données recueillies est assurée par la répétition des questions auprès de plusieurs acteurs ainsi que par la multiplication des sources.

### 4.6.1. Outils de collecte de données

Les indicateurs sont évalués par le biais de nombreux entretiens, des visites dans chaque station et l'exploitation de documents internes et officiels.

Les entretiens sont effectués sous forme de discussion semi-guidée permettant à la fois de renseigner les indicateurs et d'apporter de nouveaux éléments.

Les guides d'entretiens reprenant les indicateurs clés à traiter avec chaque type d'acteur servent de base tout au long de la collecte de données pour renforcer la cohérence des informations. Ils sont disponibles à l'annexe 6. Pour l'élaboration de ces guides, les indicateurs à traiter par chaque acteur sont définis par rapport à sa fonction. Les indicateurs à étudier sont ensuite traduits en questions.

Chaque acteur est invité à donner son évaluation de la situation au regard des indicateurs et à en estimer l'importance. La discussion est menée en fonction de la connaissance et de l'implication de l'acteur interrogé qui est libre de faire des propositions pour compléter la liste.

Les informations orales récoltées lors des entretiens sont contrôlées autant que possible en les comparant avec les documents obtenus auprès des personnes ressources. La confrontation des informations recueillies auprès des acteurs impliqués à divers niveaux et possédant des formations différentes permet d'affiner l'évaluation et d'établir un barème d'évaluation et de pondération équilibré.

#### **4.6.2. Acteurs**

Les acteurs contactés représentent l'ensemble des personnes actives dans la conception, la mise en fonction et l'exploitation des stations de traitement.

Les responsables politiques ne sont pas inclus dans la liste des personnes contactées (voir annexe 2).

##### **4.6.2.1. Direction ONAS**

Les responsables des différentes directions de l'ONAS constituent les personnes-clés dans la compréhension du fonctionnement du système. C'est pour cette raison que la première série d'entretiens leur est consacrée.

Afin d'appréhender au mieux l'organigramme de l'ONAS et les enjeux liés aux processus, le Conseiller Spécial du Directeur Général, le Directeur Administratif et Financier ainsi que la responsable de la Cellule Qualité sont interviewés.

Les processus d'élaboration des projets faisant intervenir la Direction des Etudes et Travaux, plusieurs personnes de cette direction sont aussi contactées.

Finalement, des entretiens sont effectués auprès de la Direction de l'Exploitation et de la Direction Commerciale et de la Clientèle responsables respectivement de l'exploitation des stations d'eaux usées et de boues de vidange. Suite à ces entretiens, les employés travaillant dans les stations sous la responsabilité de ces deux directions sont aussi contactés.

##### **4.6.2.2. Employés des stations ONAS**

La liste des personnes contactées est adaptée pour chaque site selon l'organisation des ressources humaines du Service Régional. Dans tous les cas, le responsable de ce service est interrogé. Il est chargé de la gestion administrative des stations et du réseau. Le chef de station et du laboratoire sont aussi approchés, de même que certains techniciens.

##### **4.6.2.3. Acteurs du domaine privé**

Les compétences des bureaux d'études et des entreprises de construction sont des éléments clés dans le choix, le dimensionnement et la qualité des installations de traitement. La prise en compte de leur expérience et d'un avis externe à l'ONAS constituent des apports importants pour l'évaluation des indicateurs.

Les entreprises avec lesquelles des accords ont été passés pour la vente des sous-produits de traitement permettent d'appréhender le potentiel de valorisation de ces derniers ainsi que les contraintes liées à la demande. Un entretien est réalisé avec l'une de ces entreprises.

#### 4.6.2.4. Population

Comme il a été présenté plus haut, la délimitation du domaine d'études et les disponibilités temporelles ne permettent pas de faire une étude sociologique complète. Les considérations sociales sont toutefois abordées avec la plupart des acteurs présentés précédemment.

#### 4.6.3. Stations

##### 4.6.3.1. Cambérène

La station de Cambérène date d'avant la création de l'ONAS. Mise en fonction à l'époque de la SONEES, en 1989, elle est située à la frontière entre les départements de Dakar et de Pikine, en bordure de l'autoroute. Son emplacement dans un point bas constituant un bassin fermé permet l'arrivée des eaux de certains quartiers par gravité.

Le site possède un sol sableux jusqu'à une profondeur de 15.8 m (Ndiaye, 2007), la nappe phréatique y affleure par endroits et la côte atlantique est éloignée de 2 km.

Cette grande station couvre les besoins en traitement du service Dakar 2 qui dessert la zone marquée sur la carte de la figure 6.

Les quartiers desservis sont Pikine, Guédiawaye, Marché au Poisson, Parcelles Assainies, Yoff, Almadies, Grand Yoff, Patte d'oie et Hann Maristes.

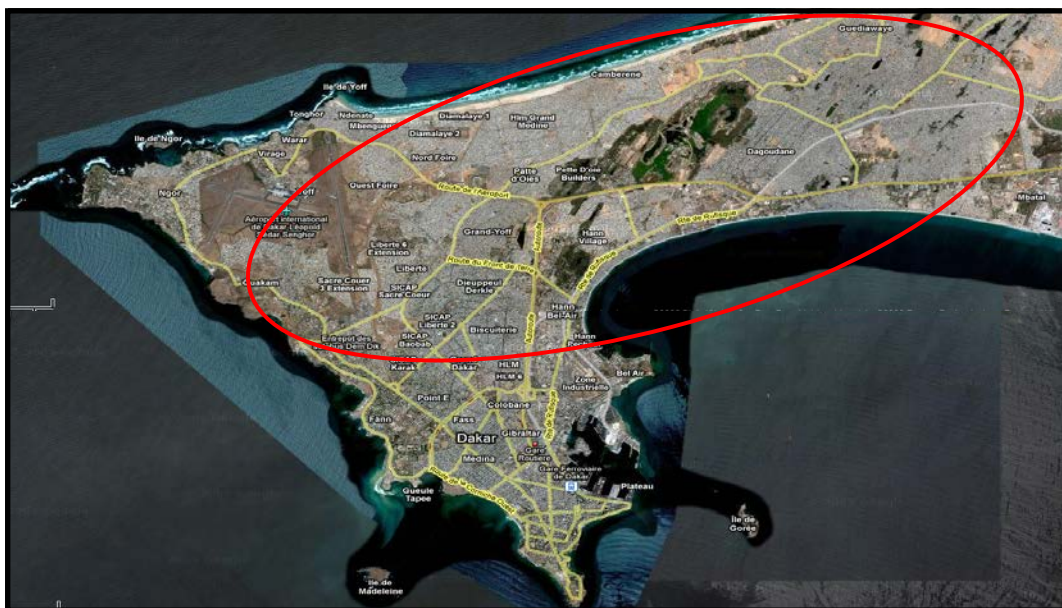


Figure 6: Zone de desserte du service Dakar 2

Le site de Cambérène est aujourd'hui doté d'une STBV et d'une STEP fonctionnant bout à bout, mais gérées par des services différents.

Quatre étapes importantes ont permis la mise en place de ces infrastructures :

1. la première phase de construction de la STEP, terminée en 1989 ;
2. sa remise à niveau et l'extension de la file de traitement primaire en 2001-2002 ;
3. la construction et la mise en fonction fin 2006 de la STBV ;
4. l'extension de la file de traitement secondaire de la STEP, terminée en 2008.

#### 4.6.3.2. *Mise en place et exploitation de la STEP de Cambérène*

La STEP est exploitée par le service Dakar 2 qui gère aussi les stations de Niayes et SHS. Elle est sous le contrôle de la Direction de l'Exploitation.

Le Chef de Service supervise la Division Laboratoire, la Division Epuration et les Sections Réseau et Station. La Division Epuration est constituée de la Section Electromécanique et de la Section Traitement - Exploitation. La Division Laboratoire permet le suivi et l'optimisation des paramètres de traitement par le biais d'analyses physico-chimiques et bactériologiques quotidiennes. Le laboratoire est aussi chargé du suivi trimestriel des stations dans les villes assainies des régions.

La première mise en service de la STEP permettait le prétraitement, le traitement primaire et le traitement secondaire par boues activées de 9 600 m<sup>3</sup>/jour (charge nominale de 6000 kg/j) ainsi que la production de biogaz par deux digesteurs en fin de file (ONAS, 2002).

En 2002, la station voit sa capacité de traitement primaire doublée pour atteindre 19'200 m<sup>3</sup>/j. Une installation de traitement tertiaire d'une capacité de 5'700 m<sup>3</sup>/j est aussi ajoutée. En parallèle, des travaux important de remise à niveau sont menés.

La deuxième extension dont le but est d'atteindre une capacité nominale au niveau du traitement secondaire de 19'200 m<sup>3</sup>/j est réalisée entre 2006 et 2008. Les infrastructures ajoutées permettent la mise en place d'une deuxième ligne de traitement par boues activées.



Les caractéristiques techniques de la STEP selon le dimensionnement actuel s'énoncent comme suit (Le Roy, 2008) :

1. Le poste de relèvement est constitué de 3 vis d'Archimède de 700 m<sup>3</sup>/h. Les vis fonctionnent 2 à 2 de manière alternative ;
2. Le dégrillage se fait à l'aide d'une grille courbe à nettoyage automatique de 2.5 cm d'espacement jumelée d'une grille à nettoyage manuel de remplacement ;
3. Le poste de dessablage - dégraissage est constitué de deux bassins totalisant une capacité de traitement de 19'200 m<sup>3</sup>/j. Il est équipé de deux canaux rectangulaires parallèles, d'une diffusion latérale d'air, de puits à graisse et d'airs lifts pour l'extraction du sable qui est ensuite relevé par une vis ;
4. Le décanteur primaire circulaire d'une capacité de 14'000 m<sup>3</sup> est équipé d'un pont mobile et d'un racleur de fond ;
5. Les eaux décantées sont réparties dans les deux files de traitement secondaire ;
6. La première file est dimensionnée pour traiter 5'700 m<sup>3</sup>/j et dotée d'un bassin d'anoxie. Ce dernier possède un volume de 950 m<sup>3</sup>. Il est couplé à un système de recirculation des liqueurs mixtes pour contrôler la nitrification / dénitrification. Le bassin à boues activées est équipé d'un système d'aération régulé selon le taux d'oxygène et le potentiel redox et d'un système de brassage. Un filtre à sable est installé pour le traitement des eaux sortant des boues activées pour leur vente auprès du golfe voisin ;
7. La deuxième file fonctionne à forte charge et a une capacité de 11'300 m<sup>3</sup>/j. Son système de régulation de l'aération est simple ;
8. Un clarificateur pour chaque file (respectivement 565 m<sup>2</sup> et 897 m<sup>2</sup>) permet la collecte des boues activées pour recirculation par des tubes suceurs installés sur un pont tournant ;
9. Les eaux clarifiées sont chlorées et rejetées en mer à l'aide de pompes ;
10. Les boues décantées et clarifiées sont amenées pour biométhanisation dans 2 digesteurs primaires de 3'000 m<sup>3</sup> et un digesteur secondaire de 2'000 m<sup>3</sup>. Ces digesteurs sont équipés de systèmes de brassage de boues par recirculation de gaz compressé ;
11. Après stabilisation, les boues sont séchées sur un des 76 lits de séchage d'une superficie de 250 m<sup>2</sup> chacun ;
12. Le gaz produit dans les digesteurs est stocké pour réutilisation par la STEP dans un gazomètre de 1000 m<sup>3</sup> ou brûlé à la torchère.

La chaîne de traitement et les flux actuels sont présentés à la figure 7.

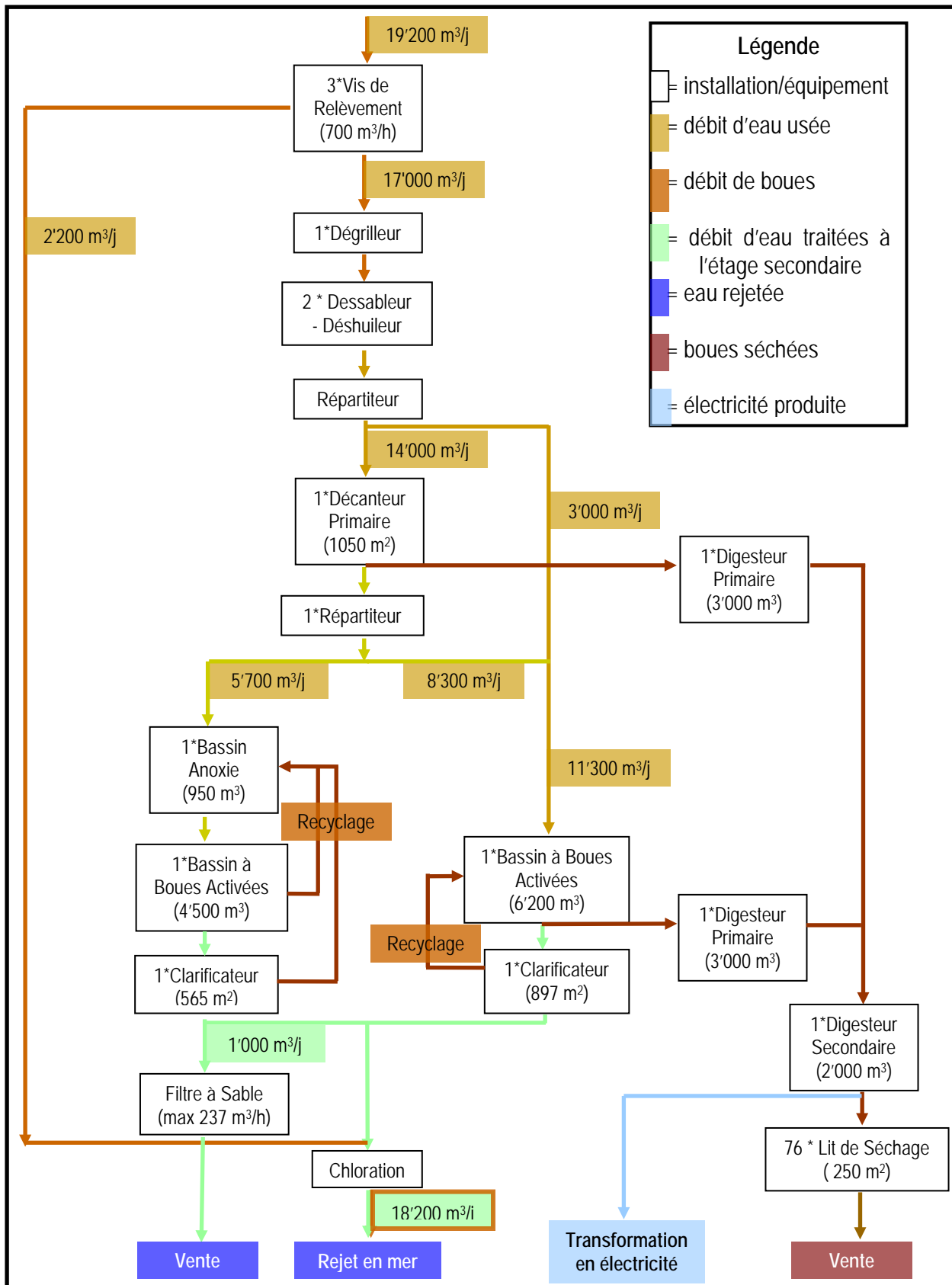


Figure 7: Schéma d'exploitation actuel de la STEP de Cambérène.

#### 4.6.3.3. Mise en place et exploitation de la STBV de Cambérène

Suite à une décision émanant de la Direction Générale, les STBV répondent de la Direction Commerciale et de la Clientèle. La STBV de Cambérène est directement gérée par le Chef de Station supervisant les techniciens. Actuellement, et en raison d'un changement d'affectation, ce dernier suit de manière moins rapprochée le fonctionnement de la station.

Située dans la partie Est du terrain de la STEP, la STBV a été mise en service en fin 2006 avec les infrastructures suivantes (Vonwiller, 2007) :

1. Un réceptacle pouvant recevoir les boues de 3 camions simultanément ;
2. Un canal de dégrillage doté de deux grilles grossières d'espacement différent;
3. Deux bassins de décantation (sédimentation - épaississement) dimensionnés pour une capacité de 100 m<sup>3</sup>/j et possédant un volume de 144 m<sup>3</sup>. Leur utilisation était prévue simultanément mais ils fonctionnent actuellement chacun en alternance pendant une semaine ;
4. Une bache à boue;
5. Un bassin de régulation;
6. Huit lits de séchage non plantés de 128 m<sup>2</sup> permettant le séchage des boues en 4 semaines et deux lits plantés expérimentaux de même dimension;
7. Une conduite pour l'acheminement gravitaire vers la STEP pour le traitement des eaux décantées et des percolats des lits de séchage.

La figure 8 présente le fonctionnement de la STBV et les charges moyennes actuelles.

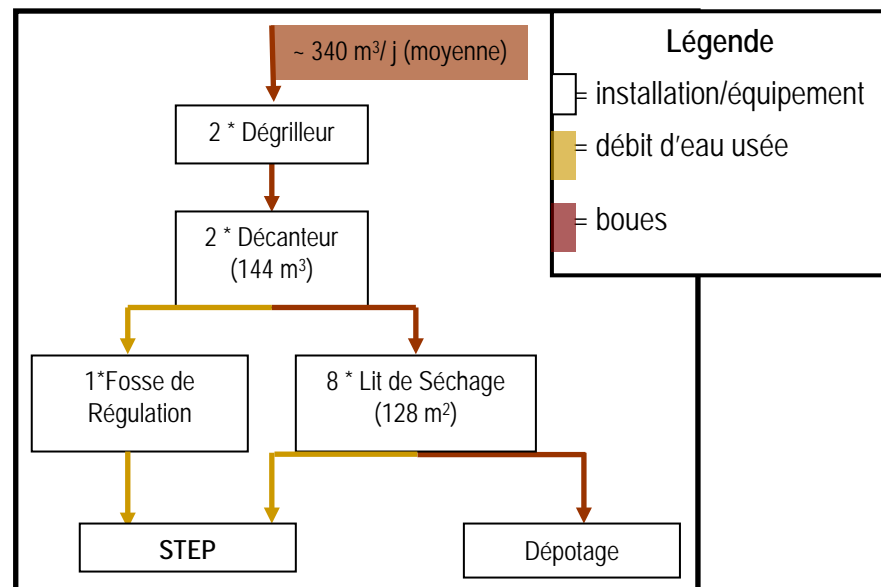


Figure 8: Schéma d'exploitation actuel de la STBV de Cambérène

La station est dimensionnée pour une charge de 100 m<sup>3</sup>/j, mais l'affluence actuelle des camions engendre une surcharge annuelle moyenne d'environ 340% (Dodane et al. 2009).

#### 4.6.3.4. Thiès

La deuxième ville du Sénégal est située à environ 70 km à l'Est de Dakar. Elle est constituée dans sa plus grande partie d'un sol sableux en surface recouvrant une couche de sable limoneux.

Thiès a fait l'objet d'un premier programme d'assainissement en 1970 pour lequel étaient prévus la construction de 2 stations au Nord et au Sud de la ville ainsi que le raccordement d'une grande partie de la population au réseau séparatif. La construction du réseau et de la station Nord n'a pu être terminée et celle de la STEP Sud n'a pas eu lieu pour des raisons liées au financement.

Entre les dernières réalisations en 1984 et la relance du programme d'assainissement de la ville, les infrastructures de la station de traitement ont été fortement dégradées. Cela a rendu leur réutilisation difficile. Le réseau et les collecteurs installés ont en revanche pu être intégrés dans le nouveau projet dont l'APD a été rendu fin 1999. L'emplacement actuel de la STEP reprend celui de la station Nord prévue en 1970 (Scandiaconsult International, 1999).

La première tranche de la STEP est mise en eau en septembre 2007, visant le traitement de 3'000 m<sup>3</sup>/j pour 70'000 équivalents habitants. L'étage de prétraitement est dimensionné pour un débit final prévu pour une deuxième tranche de 6'000 m<sup>3</sup>/j.

La station combine un traitement secondaire à boues activées et un traitement tertiaire par bassins de maturation.

Les infrastructures de la STEP de Thiès dont le fonctionnement est présenté à la figure 9 se déclinent comme suit (Diouf, 2008) :

1. Un poste de relèvement équipé de 2 vis d'Archimède d'une capacité de 150 m<sup>3</sup>/h et 400 m<sup>3</sup>/h ;
2. Deux canaux de dégrillage dotés de dégrillage à curage mécanisé ;
3. Deux bassins de dessablage - déshuilage munis de supprimeurs et desservis par un pont baladeur auquel sont fixés des pompes suceuses pour l'extraction de sable et des racleurs de surface pour l'écumage ;
4. Un canal de sur-verse conduisant les eaux vers les bassins de traitement biologique ;
5. Quatre bassins à boues activées d'une capacité de 1'400 m<sup>3</sup> chacun et équipés d'aérateurs flottants dont seuls deux sont en fonction pour cause de sous-charge ;
6. Un clarificateur d'une surface de 250 m<sup>2</sup>;
7. Un canal de jaugeage de type Parshall conduisant les eaux clarifiées vers 2 lignes de lagunage ;
8. Deux lignes de lagunage constituées de 4 bassins de maturation pouvant être utilisées en série ou en parallèle (2 lagunes de 7'500 m<sup>3</sup> et 2 de 14'500 m<sup>3</sup> correspondant respectivement à un temps de rétention hydraulique de 5 et 9.7 j.);
9. Un poste de recyclage des boues associé à une fosse d'extraction et de régulation recevant les boues du décanteur secondaire ;
10. Un épaisseur statique de 70 m<sup>2</sup> brassé et raclé pour les boues en excès lié à des pompes de refoulement et dont le surnageant peut être renvoyé en tête de station ;
11. Une série de 8 lits de séchage d'environ 600 m<sup>2</sup> chacun ;
12. Une canalisation de by-pass conduisant les eaux usées brutes ou prétraitées en tête des bassins de maturation.

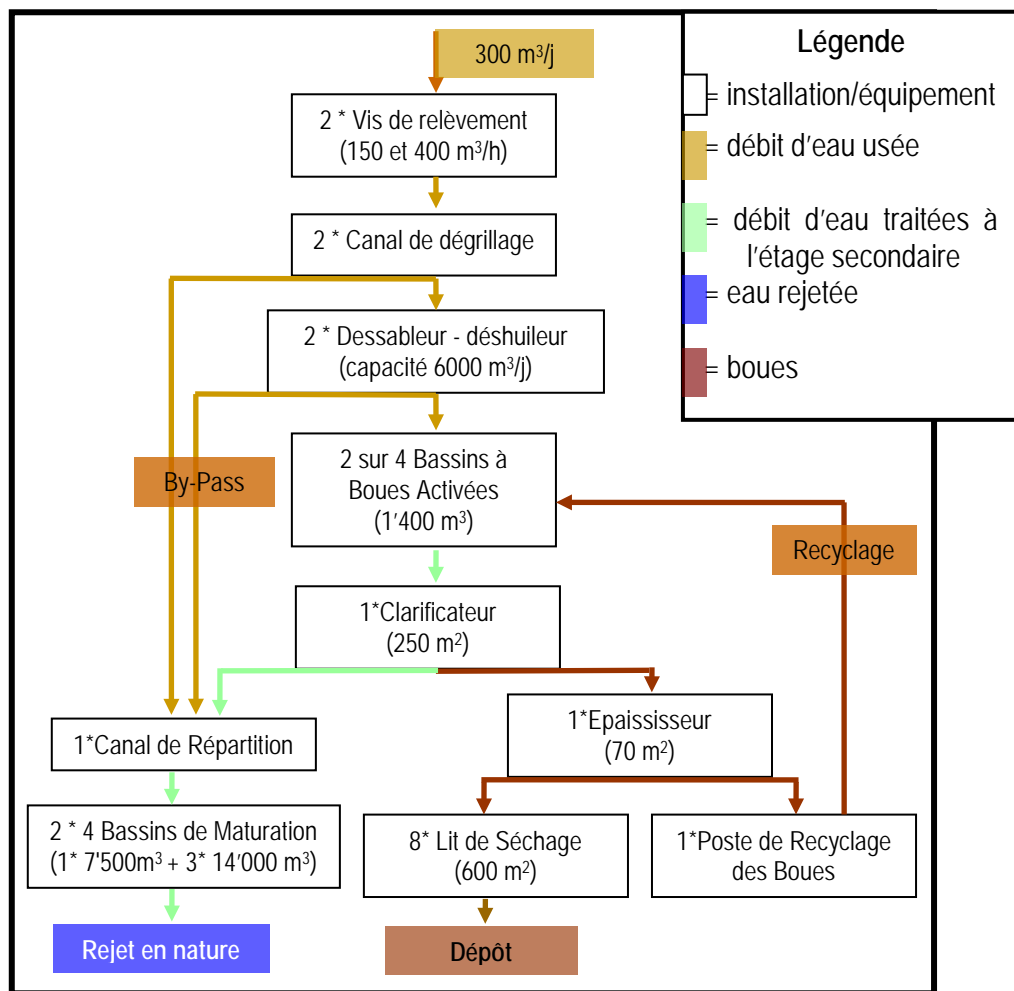


Figure 9: Schéma d'exploitation actuel de la STEP de Thiès

#### 4.6.3.5. Rufisque

Rufisque est située à une vingtaine de kilomètres de Dakar, sur la côte sud, appelée Petite Côte. La ville est dotée d'une station de lagunage mise en fonction en 2004 et d'une station de traitement des boues de vidange en fonction depuis le mois de mai 2007.

Le site retenu est situé en bordure de l'océan sur un sol constitué d'une couche de 1.5 m de sable argileux surmontant une couche de 0.5 m de calcaire franc silicifiés et de 1 m de marnes calcaires (GKW, 2001).

#### 4.6.3.6. Mise en place et exploitation de la STEP de Rufisque

Mise en fonction en 2004, la STEP de Rufisque est dimensionnée pour être alimentée par un réseau réalisé en 3 phases à l'horizon 2010. Actuellement, seuls les travaux de raccordement de la première phase ont été réalisés. Ainsi, la STEP traite 45'403 équivalents habitants et est dimensionnée pour traiter 2'856 m³/j (GKW, 2001)

Les installations en place pour cette station sont les suivantes :

1. Un canal de dégrillage muni de deux grilles à nettoyage manuel avec un espacement des barreaux de 23.3 mm et 15 mm respectivement;
2. Un dessableur rectangulaire de 15 m de long séparé en deux sections et muni d'un système de vanne pour condamner l'une ou l'autre des sections ainsi que de rigoles recueillant le sable décanté ;
3. Un canal Parshall et un ouvrage de répartition comprenant deux chambres de dérivation ;
4. Deux bassins anaérobies d'une profondeur de 3.5 m et d'une surface de 2'410 m<sup>2</sup> utilisés en alternance et situés à la même altitude. Le temps de rétention à charge nominal de ces bassins est de 3 jours;
5. Trois bassins facultatifs d'une profondeur de 1.6 m. Le premier bassin a une surface de 10'000 m<sup>2</sup> et les deux suivants font 16'300 m<sup>2</sup>. Ils fonctionnent en série et sont disposés en cascade afin de favoriser l'écoulement gravitaire. Le temps de résidence hydraulique à charge nominale est de 5.6 jours pour le premier bassin et de 9.1 jours pour les suivants ;
6. Un émissaire de rejet en mer.

Les ouvrages de raccordement entre les bassins permettent un fonctionnement modulaire permettant d'isoler chaque bassin indépendamment des autres.

En avril 2009, seul un bassin de décantation sur les deux dont dispose la STBV était utilisé. La pompe de refoulement des boues ne fonctionnait plus au vu de la densité de ces dernières qui étaient accumulées dans le bassin de décantation depuis le dernier passage de l'hydrocureur en novembre 2008. Cette situation dégrade gravement tout le cycle de traitement car les boues brutes sont envoyées telles quelles à la STEP dont le taux épuratoire est largement diminué (<sup>[2]</sup>ONAS / Direction de l'Exploitation, Division Laboratoire, 2009). Au vu de cette situation et afin de présenter au mieux l'influence d'une filière de traitement sur l'autre, le fonctionnement de la STBV et de la STEP sont schématisés bout à bout à la figure 10.

#### 4.6.3.7. *Mise en place et exploitation de la STBV de Rufisque*

La station de traitement de boues de vidange de Rufisque est dimensionnée pour recevoir 60 m<sup>3</sup>/j (GKW, 2002) Elle est conçue de manière similaire à celle de Cambérène. Les installations se présentent comme suit (Walker, 2008) :

1. Un réceptacle de boues pouvant recevoir simultanément les boues de 2 camions et d'un tracteur ;
2. Un canal de dégrillage doté de deux grilles grossières d'espacement différent;
3. Deux bassins de décantation dimensionnés pour une capacité de 60 m<sup>3</sup>/j. Ils possèdent un volume utile de 96 m<sup>3</sup>. Les deux bassins fonctionnent chacun en alternance ;
4. Une bache à boue;
5. Un bassin de régulation pour les eaux décantées ;
6. Neuf lits de séchage non plantés de 85.5 m<sup>3</sup> ;
7. Une conduite d'acheminement vers la STEP pour le traitement des eaux décantées et des percolats des lits de séchage.

La figure 10 présente le schéma d'exploitation des stations de Rufisque.

---

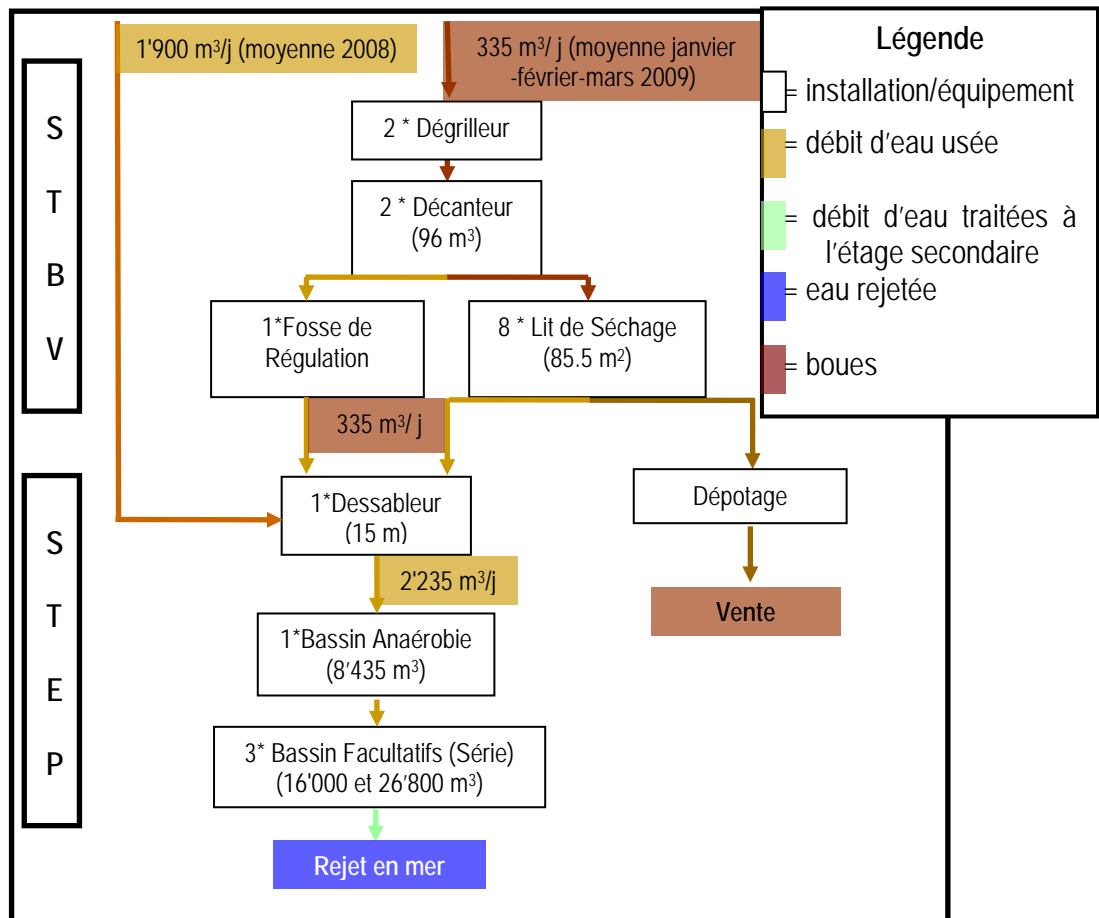


Figure 10: Schéma de fonctionnement actuel de la STBV et de la STEP de Rufisque

## 4.7. Analyse des indicateurs et sous-critères

Les étapes d'analyse des indicateurs et sous-critères font partie de la troisième phase de l'étude, après la collecte des données et l'étude de cas au Sénégal. Elles permettent de passer de la liste intermédiaire des indicateurs à la liste finale, plus complète et plus représentative.

La liste intermédiaire véhicule un nombre d'information important qu'il s'agit d'analyser. Le **système** de mise en place et de gestion des stations est décrit de manière précise par le biais des analyses. Celles-ci visent les objectifs présentés ci-dessous :

- Compréhension de la vision des acteurs locaux sur les points déterminant la mise en place et la gestion des stations par le biais de l'analyse de pondération ;
- Elaboration d'un modèle de relation entre les sous-critères représentatif des points déterminant la mise en place et la gestion des stations ;
- Classification des sous-critères en fonction de leur niveau d'influence sur le système ;
- Détermination de catégories permettant la distinction entre les sous-critères en fonction de leur mode d'influence sur le système ;
- Proposition d'une **liste finale** d'indicateurs permettant l'évaluation en tenant compte des catégories préalablement définies ;
- Proposition de recommandations en fonction de la différence entre la compréhension des acteurs locaux et le modèle de corrélation et de classification des sous-critères.

Les premières étapes de cette démarche sont effectuées au niveau des indicateurs pour assurer la validité des informations dans le détail. La cohérence entre les différentes échelles d'information est ensuite vérifiée avant de passer à la **généralisation** au niveau des sous-critères. La généralisation est le passage d'une **échelle d'information** détaillée (indicateurs) à une échelle plus générale (sous-critères).

Les dernières analyses sont réalisées au niveau des sous-critères qui sont plus représentatif des problématiques générales. Ces étapes permettent de distinguer les sous-critères entre eux en fonction de leur mode d'influence et de les classer selon leur aire d'influence. Le **mode d'influence** est la manière qu'a un **élément** (indicateur, sous-critère, critère) d'influencer un autre élément. L'**aire d'influence** est constituée de tous les sous-critères influencés par un élément.

### 4.7.1. Choix méthodologique

L'évaluation des facteurs de succès et d'échec des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange fait appel à des approches permettant de traiter des informations de type différentes et relatives à plusieurs domaines. Plusieurs méthodes d'analyse multicritère présentent les caractéristiques nécessaires pour l'étude d'une telle problématique. Deux méthodes sont retenues ici.

L'analyse statistique permet de traiter des cas pour lesquels le nombre d'échantillon est suffisant pour assurer la fiabilité des résultats. Elle peut être appliquée par le biais de nombreux programmes informatiques dont SPSS.

Les méthodes d'aide à la décision ELECTRE sont aussi destinées au traitement de problématiques faisant intervenir de nombreux critères.

Il était initialement prévu d'appliquer ces deux méthodes pour l'analyse de corrélation et la classification des indicateurs et sous-critère.



Cependant, le choix du domaine d'étude limite l'application de ces méthodes à tous les indicateurs. En effet, ces logiciels ne peuvent traiter une grande partie des indicateurs concernant le domaine institutionnel car ils ne présentent aucune comparabilité. Tous les cas étudiés fonctionnent sous la direction d'une même entité (l'ONAS) dans un même contexte politique (le Sénégal).

Avec SPSS, l'analyse sur un échantillon de 5 cas n'est pas suffisamment fiable et robuste, même sur les indicateurs évalués de manière indépendante pour les différentes stations.

ELECTRE ne peut pas traiter les données liées aux indicateurs. Cette méthode impose l'indépendance complète entre les critères alors que l'objectif de l'analyse pour la présente étude est précisément de comprendre les relations liant les indicateurs entre eux.

La méthodologie proposée ci-dessous a donc été élaborée sur mesure pour atteindre les 6 objectifs cités ci-dessus. Plusieurs étapes d'analyse s'inspirent de notions introduites dans différentes versions d'ELECTRE.

#### ***4.7.2. Etapes d'analyses***

Les objectifs d'analyse sont atteints par la réalisation des 7 étapes d'analyse suivantes :

##### **1. Validation théorique des indicateurs**

Cette étape permet d'effectuer les premières modifications sur la liste intermédiaire afin d'éviter la répétition des points de vues et des problématiques abordées. Elle est une condition nécessaire pour le bon déroulement des autres étapes d'analyse. En effet, ces dernières ne sont valides que si elles sont effectuées sur des données de bonne qualité.

##### **2. Analyse de la pondération**

L'analyse de la pondération présente la compréhension du système que se font les acteurs locaux. Elle prend donc en compte l'avis de chaque personne interviewés à égale hauteur.

##### **3. Agrégation des indicateurs en sous-critères**

Cette étape permet de vérifier la cohérence entre les informations des différentes échelles d'information. L'agrégation est aussi un outil pour modifier des indicateurs afin d'améliorer la représentativité de la liste. Elle permet enfin la validation de la structure hiérarchique de la liste d'indicateurs.

##### **4. Classification primaire des indicateurs**

Cette classification permet de sortir les indicateurs de la structure établie en fonction des domaines (institutionnel, technique, équilibre des ressources). Elle propose une nouvelle hiérarchie (classement) plus représentative des influences entre les indicateurs et de leur importance.

##### **5. Analyse de la corrélation**

L'analyse de la corrélation permet la représentation des influences entre les indicateurs et les sous-critères. Cette étape apporte beaucoup à la compréhension du système. Elle constitue aussi la base des étapes de classification des sous-critères.

## **6. Classification des sous-critères**

La classification a pour objectif la hiérarchisation des sous-critères selon leur aire d'influence. Cette étape propose un classement des sous-critères représentatif du fonctionnement du système. Cette étape permet aussi d'atteindre l'objectif de catégorisation des sous-critères en fonction de leur mode d'influence.

## **7. Comparaison entre les différents modèles de compréhension**

La comparaison entre la vision que se font les acteurs locaux et la représentation du système résultant des analyses est faite. Elle permet de déceler les problématiques pour lesquelles les stratégies peuvent être améliorées sur place.

### ***4.7.3. Validation théorique des indicateurs***

La validation théorique permet de vérifier la représentativité des indicateurs. Elle est une condition sine qua non aux étapes d'analyse suivante. En même temps, ces étapes permettent de compléter la validation au fur et à mesure que la compréhension du système s'affine. Elle fait office de charnière entre la phase de collecte de données et celle d'analyse.

La validation consiste à vérifier que les indicateurs possèdent bien les caractéristiques permettant une analyse efficace et représentative. Les conditions de validation s'énoncent comme suit (Maystre et al. 1994):

- La liste doit être exhaustive et prendre en compte tous les points de vue ;
- La préférence locale concernant un seul indicateur doit être en cohérence avec la préférence globale de plusieurs indicateurs ;
- La non-redondance doit assurer que chaque point de vue n'est considéré qu'une seule fois.

L'exhaustivité et la prise en compte des points de vue des différents acteurs sont validées lors d'une réunion avec les cadres de l'ONAS. Ces derniers donnent aussi leur avis sur la classification et la représentativité des indicateurs. La liste finale permet de prendre en compte des problématiques ou des points de vue qui n'ont pas été traités pendant l'étude de cas au Sénégal.

La cohérence entre la préférence locale et la préférence globale implique que si l'évaluation de la situation de deux stations est identique pour tous les indicateurs sauf un, le cas ayant la meilleure note pour cet indicateur est jugé préférable à l'autre.

La condition de non-redondance est vérifiée en confrontant entre eux les indicateurs, les critères et les sous-critères. L'agrégation des indicateurs permet de résoudre les redondances. Elle est faite à plusieurs étapes de l'analyse afin d'enlever même les répétitions les moins évidentes.

La liste est modifiée tout au long des 7 étapes d'analyse pour répondre aux conditions de validation.

#### 4.7.4. *Pondération des indicateurs*

La pondération est une étape déterminante dans la compréhension du contexte ou du pays étudié. En effet, elle reflète la vision des acteurs locaux de l'assainissement.

Etudiée en parallèle avec le classement final, la pondération moyenne permet de voir les problématiques à traiter en priorité. Les **priorités** sont constituées des critères et sous-critères positionnés en haut du classement final et souffrant des lacunes les plus importantes au niveau de la gestion des stations.

Le poids assigné à chaque indicateur correspond à l'importance de ce dernier sur le fonctionnement des installations de traitement. Chaque indicateur est pondéré sur un barème de 5 points selon la procédure présentée à la section 4.5.

La pondération finale résulte de la moyenne des poids attribués par les acteurs pendant les entretiens. Etant donné que les indicateurs n'ont pas été abordés avec tous les acteurs, il n'est pas possible de considérer la pondération en fonction des acteurs ou des types d'acteurs. Seule la pondération moyenne finale est donc utilisée pour cette étude.

La pondération donnée par l'ensemble des 30 personnes interrogées (voir annexes 2) et par l'auteur est considérée de manière égale dans la moyenne. Cette démarche permet de limiter la subjectivité dans résultats de l'évaluation.

Les acteurs ont été interrogés dans leur domaine de connaissance et d'activité. L'annexe 6 présente les guides d'entretien avec les sous-critères à aborder en fonction acteurs. Cela permet de d'éviter les biais introduits en fonction de la familiarité des personnes interrogées. De plus, le nombre important d'entretiens avec différents types d'acteurs permet d'atteindre une moyenne peu influencée par des avis extrêmes ou incohérents.

Le calcul de la moyenne des pondérations de chaque indicateur fait intervenir les poids attribués par 3 acteurs de l'assainissement au Sénégal au minimum et 17 intervenants au maximum. La pondération de chaque indicateur a été abordée avec 7 acteurs spécialistes en moyenne.

Une attention particulière doit être portée à la pondération afin de ne pas donner plus d'importance aux indicateurs ayant un plus grand pouvoir de discrimination. Un exemple d'indicateur possédant un grand pouvoir de discrimination est donné par les éléments notés de manière quantitative.

#### 4.7.5. *Agrégation des indicateurs*

L'agrégation a plusieurs objectifs. Elle permet d'une part d'obtenir des informations sur l'importance globale d'un sous-critère ou d'un critère en fonction de l'importance des indicateurs. D'autre part, dans le cadre de la validation théorique, elle permet d'obtenir le poids d'un nouvel indicateur résultant de l'agrégation de plusieurs autres qui analysaient un point de vue similaire. Elle est aussi utilisée après l'analyse de corrélation entre les indicateurs pour assurer la non-redondance.

L'agrégation des éléments (indicateurs, sous-critères, critères) fait intervenir la moyenne arithmétique.

La pondération attribuée aux indicateurs agrégés est calculée en faisant la moyenne des pondérations finale des deux indicateurs considérés. Ce calcul est fait comme suit :

$$(p_{(i1)} + p_{(i2)} + \dots + p_{(in)}) / n = p_{(aj)}$$

où :

$$p_{(i1)} = (p_{(i1,1)} + p_{(i1,2)} + \dots + p_{(i1,m)}) / m$$

$p_{(in)}$  : poids du n-ième élément (indicateur ou sous-critère) à agréger

$n$  : nombre d'éléments à agréger

$p_{(aj)}$  : poids du nouvel élément « j » agrégé

$p_{(i1,m)}$  : poids attribué à l'élément « i1 » par l'acteur « m »

$m$  : nombre d'acteurs interrogés sur l'élément considéré

Un sous-critère constitué de  $n$  indicateurs de pondération différente se verra donc attribué un poids correspondant à la moyenne des  $m$  poids de ses indicateurs.

Dans le cadre de la validation théorique, l'agrégation entre deux éléments de même niveau d'information est faite en intégrant l'indicateur le plus précis dans l'indicateur le plus général.

#### 4.7.6. Classification primaire des indicateurs

Cette étape permet d'avoir une vue générale de l'organisation des indicateurs. Elle propose une première vision de leur hiérarchisation indépendante de la structure en domaines.

La classification primaire des indicateurs est effectuée sur la base de deux règles différentes et complémentaires. Elles permettent de classer les indicateurs selon leur aire d'influence. Les indicateurs sont classés en fonction de leur incidence temporelle et du niveau hiérarchique les influençant. Ces deux règles de classification suivent les échelles suivantes :

##### 1. Echelle hiérarchique

Indicateurs déterminés au niveau national (3 points) ;

Indicateurs déterminés à la direction de l'office (2 points) ;

Indicateurs déterminés au niveau des employés et des prestataires (1 point).

##### 2. Echelle d'incidence temporelle

Indicateurs concernant la période d'avant-projet ou la communication (3 points) ;

Indicateurs concernant la mise en place du projet (2 points) ;

Indicateurs concernant l'exploitation des stations (1 point).

Ce classement est effectué en fonction de la somme des points obtenus par chaque indicateur pour les deux échelles.

La précision de la notation est de l'ordre du demi-point. Les indicateurs obtenant une somme de 6 points constituent la première classe. Ils sont les plus influents selon le classement primaire. Les indicateurs obtenant une somme inférieure constituent la deuxième classe et ainsi de suite jusqu'à la dernière classe. Celle-ci est la moins influente si l'on considère les échelles hiérarchiques et d'incidence temporelle.

#### 4.7.7. Analyse de la corrélation

Les indicateurs peuvent s'influencer les uns les autres. Ces influences peuvent avoir lieu à l'intérieur d'un même domaine ou entre plusieurs domaines. L'analyse de corrélation facilite la compréhension de ces influences. Le mot corrélation n'est pas utilisé au sens statistique strict.

Cette étape d'analyse permet aussi de valider l'intégration de chaque indicateur et sous-critère dans le système. En effet, un indicateur ne peut être utilisé dans l'évaluation que s'il a des influences avec d'autres indicateurs. Dans le cas contraire, il n'a pas d'effet sur le système analysé. Ces indicateurs doivent être éliminés s'ils ont effectivement peu d'importance ou reformulés si leur insertion dans le réseau de corrélation est justifiée.

Comme il est présenté plus haut, l'analyse de la corrélation permet une compréhension suffisamment fine du système pour éliminer des redondances qui n'avaient pu être décelées précédemment.

Le réseau de corrélation est fait sous forme de diagramme. L'exemple donné à la figure 11 en présente les éléments. On y retrouve des blocs représentant les sous-critères ou les indicateurs selon l'échelle d'information choisie. Les flèches représentent des arcs d'influence reliant un bloc à un autre représentant les influences d'un élément sur un autre. Les incidences ou influences entrantes sont les flèches dirigées vers le sous-critère analysé. À l'inverse, les incidences ou influences sortantes sont celles dont la flèche commence contre l'élément étudié.

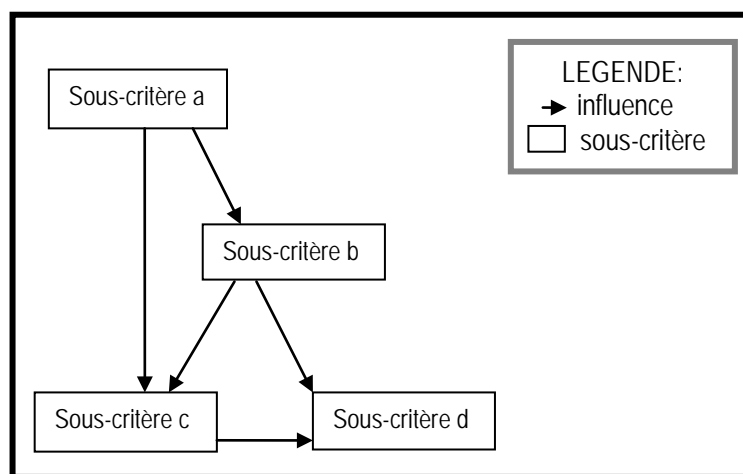


Figure 11: Exemple d'un réseau d'influence entre sous critères

L'analyse de corrélation affine la compréhension du fonctionnement du système et dévoile certaines tendances différenciant les éléments. Les facteurs clés à prendre en priorité peuvent donc être distingués des facteurs à considérer en second plan.

La corrélation est analysée en deux étapes développées dans les sections suivantes:

##### 1. Diagramme de corrélation entre les indicateurs

Des modèles représentant la corrélation entre les indicateurs sont faits sous forme de diagramme à la lumière des informations recueillies au Sénégal et pendant la revue de littérature. Ils sont élaborés sur la base de plusieurs indicateurs qui forment un regroupement. Ils n'intègrent pas nécessairement tous les indicateurs à la fois.

## **2. Diagramme de corrélation entre les sous-critères**

Un diagramme définitif de corrélation est élaboré pour tous les sous-critères. Il constitue une généralisation des diagrammes de corrélation élaborés pour les indicateurs. Cette généralisation a pour avantage l'augmentation de la lisibilité des corrélations. Elle facilite les analyses de classification des sous-critères. L'interprétation des relations représentées sur le diagramme permet de définir différentes catégories de sous-critères.

### **4.7.7.1. Diagrammes de corrélation entre les indicateurs**

Ces diagrammes permettent l'analyse de la corrélation entre chaque indicateur afin de tous les situer dans un réseau d'influence.

Leur élaboration permet de s'affranchir de la subjectivité liée à la pondération. En effet, les critères sont considérés sans leur poids.

Cette étape permet aussi de prendre en compte des situations qui n'ont pas été traitées pendant les entretiens. Un maximum de relations probables est considéré lors de la construction des diagrammes. Ainsi, l'analyse de corrélation facilite aussi l'ouverture de la présente méthodologie à un champ d'application plus large.

Le nombre de corrélation et d'indicateur étant important, l'analyse est scindée en plusieurs étapes menant à l'élaboration de plusieurs diagrammes.

Les étapes se présentent comme suit :

#### **1. Choix de noyaux de regroupement**

Des noyaux de regroupement sont définis parmi les indicateurs peu influents ( $\text{somme} \leq 3$ ) au sens du classement primaire. Ils sont constitués par des indicateurs des domaines de la conception technique et de l'équilibre des ressources ayant un poids important. Ces indicateurs sont choisis car leur évaluation résulte de nombreuses influences et parce qu'ils représentent des problèmes rencontrés à l'exploitation des stations.

Les indicateurs concernant la gestion institutionnelle ne sont pas utilisés comme noyau de regroupement car ils influencent les processus plus en amont

Les noyaux servent de base pour regrouper entre eux des indicateurs touchant à la même problématique. On regroupe par exemple l'indicateur évaluant l'optimisation énergétique avec celui de dépendance à l'énergie. Tous deux sont classés en bas du classement primaire. Ils représentent les difficultés rencontrées en fonction de l'accessibilité à l'énergie nécessaire au fonctionnement des installations.

Les différents regroupements représentent autant de problématiques résultant des influences combinées des autres critères.

#### **2. Construction du diagramme autour des regroupements**

Un diagramme de corrélation est construit autour de chacun des regroupements d'indicateurs. Les indicateurs influençant directement ou indirectement au moins un point du regroupement étudié lui sont reliés par des flèches unidirectionnelles. Afin de prendre en compte les influences de manière systématique, tous les indicateurs sont considérés en partant du moins influent au plus influent selon le classement primaire. Ce processus est réalisé en plusieurs itérations pour éviter toute omission.

#### 4.7.7.2. *Diagramme de corrélation entre les sous-critères*

La représentation des interactions entre les sous-critères rend le diagramme plus lisible et permet de se libérer des considérations trop pratiques et détaillées liées aux indicateurs.

Elle permet aussi de valider l'échelle d'information supérieure (sous-critère), en vérifiant que les points de vue représentés par les indicateurs sont repris de manière suffisamment exhaustive au niveau des sous-critères.

Pour cette étape de validation, chaque corrélation observée au niveau des indicateurs doit être représentée aussi au niveau des sous-critères.

La généralisation permet d'observer des **tendances** dans l'influence entre les sous-critères.

Une tendance est un mode d'influence ou une caractéristique qui peut être observée sur un ou plusieurs sous-critères. Cette caractéristique permet de différencier les sous-critères et de mieux comprendre leur influence.

Les catégories de sous-critères structurant les recommandations sont développées sur la base de ces tendances et affinées par les étapes suivantes de classification.

L'élaboration du diagramme de corrélation entre les sous-critères utilise les mêmes moyens de représentation (blocs et arcs d'influence) que les diagrammes réalisés pour les indicateurs. Les corrélations représentées dans ces derniers sont reprises une à une.

Toutes les corrélations sont représentées sur un seul diagramme. Les influences existant entre les indicateurs sont implicitement représentées par les arcs reliant les sous-critères.

Pour la construction du diagramme de corrélation entre les sous-critères, plusieurs étapes sont à suivre :

##### **1. Mise à jour de la liste d'indicateurs en fonction des modifications**

Afin de préparer la généralisation du modèle de corrélation, la liste des sous-critères est ajustée en fonction des dernières agrégations faites sur les indicateurs ;

##### **2. Construction du diagramme**

La corrélation entre les sous-critères est ensuite modélisée sous forme de diagramme intégrant tous les éléments des diagrammes de corrélation entre les indicateurs. Les relations sont construites à partir des sous-critères représentant les indicateurs regroupés ;

##### **3. Pondération des influences**

À chaque arc est attribuée une force pour distinguer les influences faibles et fortes.

#### 4.7.8. *Classification des sous-critères*

La classification permet d'analyser de manière précise les relations entre les sous-critères.

Les tendances différenciant les sous-critères peuvent être identifiées par les étapes de classification.

Trois modes de classification différents sont utilisés. Chaque mode permet de distinguer les sous-critères selon des caractéristiques différentes. Ils sont adaptés à partir d'éléments des versions d'analyse multicritère ELECTRE et présentés par Schärli, (1985).

La relation de **surclassement** permet la préférence d'une variable sur une autre au regard de l'évaluation qu'elle obtient. La notion de surclassement faible et forte apparaît avec ELECTRE II, publié par Bernard Roy et Patrice Bercier en 1971. Elle est appliquée pour les trois modes de classification. Elle permet la préférence entre des variantes dont l'évaluation est proche.

La terminologie appliquée est modifiée pour mieux correspondre à la présente méthodologie. Il est fait référence à des influences fortes et faibles. Une influence forte est évidente. Elle implique que si le sous-critère est évalué de manière optimale, son influence sur l'élément qu'il détermine est positive. Une influence faible est moins évidente dans le sens qu'une évaluation positive peut n'apporter aucun changement à l'élément influencé.

Une pondération de 1 et 2 points est respectivement attribuée aux influences faibles et fortes. Dans les étapes de classification suivantes, le calcul de chaque influence se fait comme suit :

$\text{Influence} = \text{incidence} * \text{poids de l'influence}$

Les trois modes de classification se présentent comme suit :

### 1. Classement direct

Le classement direct correspond à la minimisation des incidences entrant sur une variante. Cette méthode de classification est introduite avec ELECTRE II. Elle est facilement adaptée pour la présente méthodologie car il suffit de calculer les chemins incidents sur chaque sous-critère comme on l'aurait fait sur des variantes.

### 2. Classement inverse

Le classement inverse correspond à la maximisation de la longueur des incidences sortant d'une variante. L'application de cette méthode utilisée pour la version ELECTRE II demande les mêmes adaptations que pour le classement direct.

### 3. Classement selon le bilan des flux

Le bilan de flux est fait en minimisant les flux (incidences) entrant et en maximisant les flux sortants pour chaque variante (Schärlig, 1985). Cette étape résulte des mêmes adaptations à la notion de bilan de flux introduite pour PROMETEE développé par Jean-Pierre Brans en 1984. PROMETEE est une des dernières versions d'ELECTRE.

La figure 12 illustre les notions de force d'influence et d'influence entrante ou sortante à l'aide d'un exemple fictif.

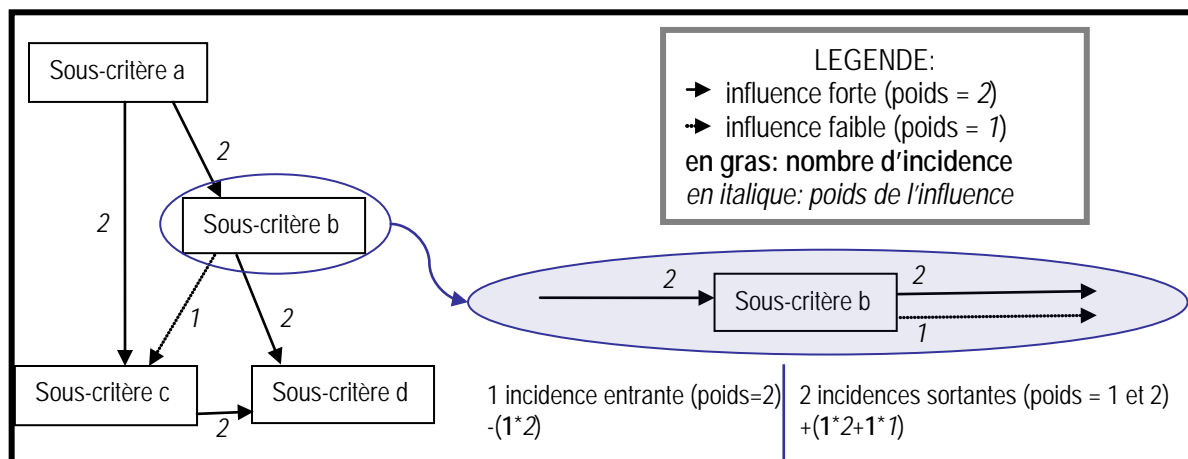


Figure 12: Exemple de réseau de corrélation entre 4 sous-critères fictifs



Un **classement final** fait intervenir la moyenne des trois précédents. Il constitue la représentation la plus fiable du système de corrélation et de hiérarchisation entre les éléments. Il permet aussi de valider la structure des catégories de distinction des sous-critères.

#### 4.7.8.1. Classement direct

L'analyse du classement direct met en évidence les sous-critères découlant des décisions intervenant en amont de tous les processus. Ces derniers constituent le point de départ du réseau de corrélation.

Ce classement permet aussi l'identification des sous-critères en fonction du nombre d'influences qu'ils subissent. Cependant, il ne propose pas une caractérisation précise de ces derniers.

Le classement direct fait intervenir la somme de tous les arcs incidents sur chaque sous-critère en tenant compte de la force d'influence. La première classe présente les sous-critères non surclassés, la deuxième classe contient les sous-critères influencés par un autre point et ainsi de suite. La figure 13 reprend l'exemple fictif présenté ci-dessus pour illustrer les calculs effectués pour le classement direct.

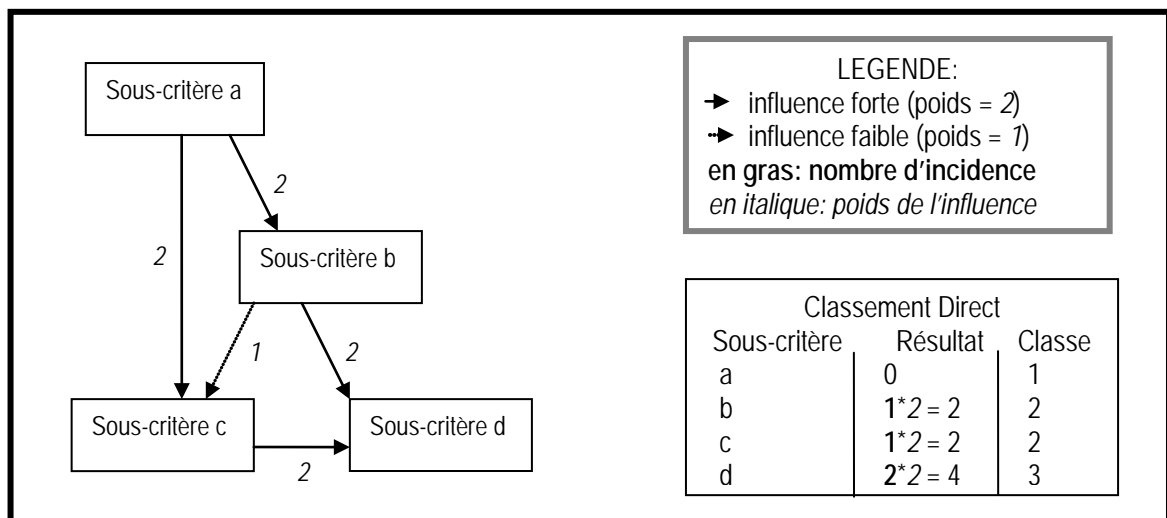


Figure 13: Elaboration d'un classement direct sur un réseau de corrélation fictif

Dans cet exemple, on voit rapidement que le sous-critère possédant le chemin incident entrant le plus court est le sous-critère « a ». Il n'est influencé par aucun point et fait partie de la première classe. Les sous-critères « b » et « c » sont tout deux influencés par un chemin minimum d'un seul arc d'influence fort. Ils sont inclus à égale hauteur dans la deuxième classe.

#### 4.7.8.2. Classement inverse

Cette étape de l'analyse permet de déterminer les sous-critères d'évaluation des performances du système. À l'inverse du classement direct, elle met bien en évidence les points influençant peu ou aucun sous-critère. Ces points arrivent en fin du classement inverse et leur évaluation résulte de celle des sous-critères plus influents.

Les éléments constituant la dernière classe sont représentatifs de l'état du système de gestion des stations et des erreurs faites lors de leur mise en place.

Les points répertoriés en haut de ce classement déterminent un grand nombre de sous-critères. Ils constituent donc des **leviers** intéressant pour l'amélioration ou la mise en place d'un système de gestion de stations de traitement. Les points leviers sont représentés par des sous-critères définis au niveau de l'office et permettant des changements stratégiques au niveau national.

Une hypothèse importante sous-jacente à ce type de classement est le boucllement transitif. Il est considéré qu'un point relié à un autre de manière indirecte (par un ou plusieurs arcs intermédiaires) est déterminé en partie par le point d'influence qui lui est le plus éloigné.

Cette hypothèse est vérifiée dans le cas de cette étude. Cependant, elle apporte un biais dont il faut tenir compte. Le classement inverse donne une grande importance à un sous-critère empruntant un long chemin pour influencer un autre point. Cette importance est donnée indépendamment de la probabilité que toutes les conditions soient remplies pour que l'influence soit effective.

Le classement inverse est basé sur la distance probable maximum entre un sous-critère et un point de convergence représentatif des problèmes touchant le plus l'exploitation des stations.

La figure 14 présente les calculs effectués pour l'élaboration du classement inverse sur la base du diagramme de corrélation fictif développé plus haut.

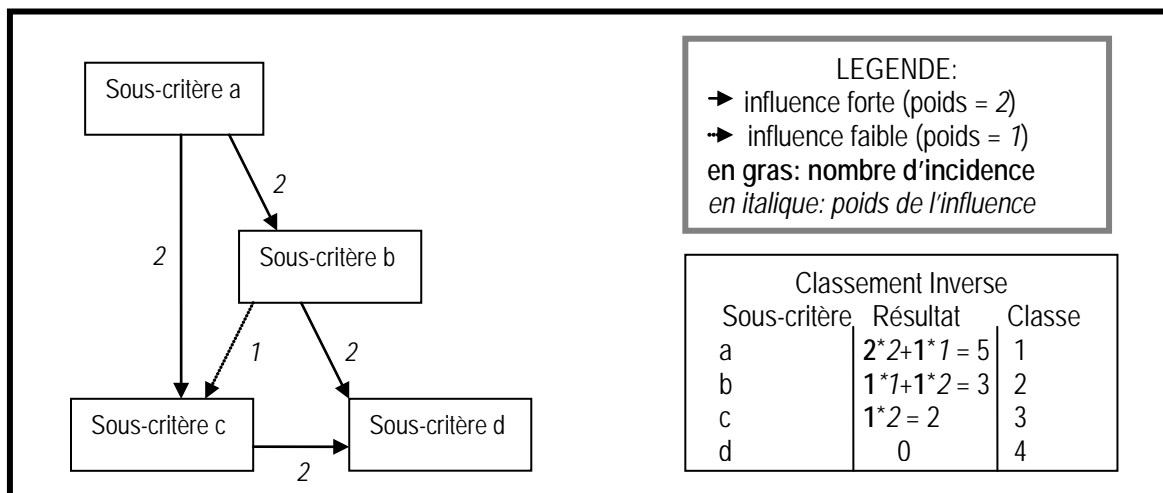


Figure 14: Elaboration d'un classement inverse sur un réseau de corrélation fictif

Le point de convergence de ce réseau de corrélation fictif est facile à définir (sous-critère « d ») car il constitue le seul nœud de terminaison. Faisant l'hypothèse d'influences équiprobables, on calcule le chemin le plus long séparant chaque sous-critère du point de convergence. Le sous-critère « a » a un chemin maximal de 3 arcs dont deux ont des influences fortes et un une influence faible. Le résultat pour ce sous-critère est donc  $2*2 + 1*1 = 5$ . On procède ainsi pour tous les sous-critères avant d'établir le classement entre eux. Etant donné que le sous-critère « a » obtient le nombre de points maximal, il est inclus dans la première classe possédant l'aire d'influence la plus importante.

Une difficulté intervient dans l'application de cette méthode au diagramme de corrélation entre les sous-critères. En effet, le réseau de corrélation qui y est représenté est complexe et dense. Il est caractérisé par plusieurs points de convergence possibles. Tous les **points de terminaison** ne déterminant aucun autre élément sont des points de convergence possibles.

Il est important de choisir des points n'ayant pas d'influence sortante. En effet, un classement calculé en convergence vers un élément possédant des influences sortantes positionnerait ce point trop bas dans le classement. Il convient de résoudre ce problème en définissant des points de convergence acceptable.

Une méthode est proposée pour résoudre ces difficultés. Elle fait intervenir des **classements partiels** calculés chacun en convergence vers un point de terminaison différent. Ces classements partiels peuvent ensuite être groupés. Le classement inverse global résulte de la moyenne des classements partiels.

Il s'agit avant tout de choisir des points représentatifs des problèmes les plus handicapants du système dans chaque domaine (institutionnel, technique, équilibre des ressources). Pour cette raison, le nombre de points de convergence est limité à un par domaine. Ces points de convergence doivent présenter un maximum d'influence entrante.

#### 4.7.8.3. Bilan des flux

Le bilan des flux permet d'obtenir un troisième classement éliminant certains biais introduits dans le classement inverse. Il donne en effet une importance plus faible à un sous-critère déterminant plusieurs points qui est lui-même influencé par de nombreux éléments qu'à un sous-critère déterminant le système en amont avec quelques influences fortes.

Le bilan des flux résulte de la soustraction pour chaque indicateur du nombre d'influences sortantes par le nombre entrantes. La classe supérieure contient les sous-critères dont le bilan est le plus grand et positif. La classe la plus basse regroupe les sous-critères pour lesquels le nombre d'influences entrantes est le plus important en rapport au nombre d'influences sortantes.

La figure 15 reprend l'exemple développé plus haut pour illustrer les calculs permettant la classification selon le bilan des flux.

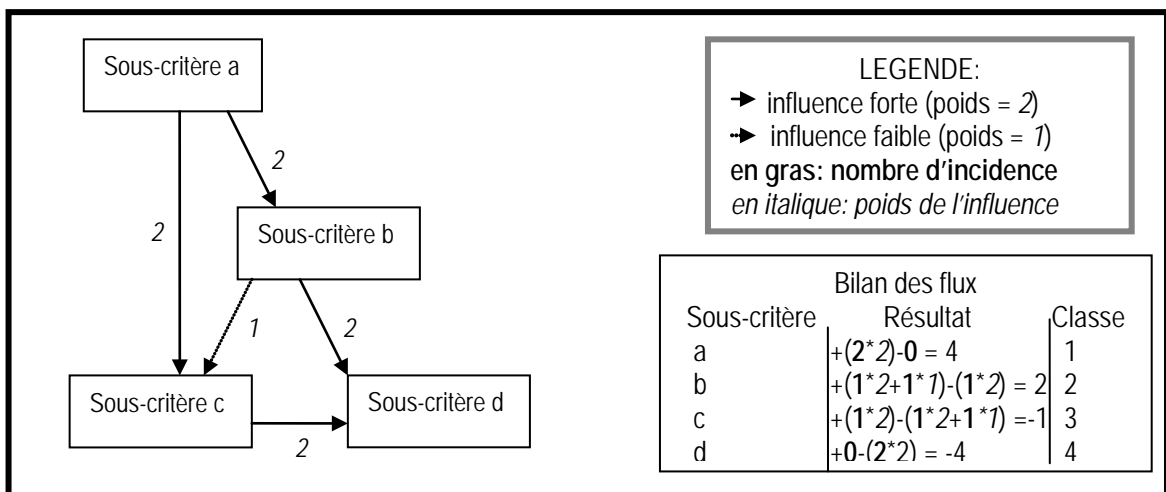


Figure 15: Classification en fonction du bilan des flux sur un réseau de corrélation fictif

#### **4.7.8.4. Classement final**

Un classement final est proposé. Il est l'aboutissement des 7 étapes d'analyses précédentes. Il présente une hiérarchie représentative du fonctionnement du système.

Il permet de distinguer les catégories de sous-critères suivantes :

- Sous-critères déterminant les processus en amont ;
- Sous-critères faisant office de levier pour l'optimisation du système ;
- Sous-critères démonstratifs de l'état de ce dernier.

L'organisation des sous-critères au sein de ce classement final permet de valider les hypothèses et les tendances décrites tout au long du processus d'élaboration et d'analyse. Il valide aussi la catégorisation des indicateurs. Par ce biais, il justifie les propositions faites pour la mise en place et la gestion des stations de traitement (section 6.1).

Le classement final correspond à la moyenne entre le classement médian d'analyse de la longueur des chemins et le bilan des flux. Le classement médian est lui-même préalablement obtenu par la moyenne des classements directs et inverses.

#### **4.7.9. Comparaison entre les différents modèles de compréhension**

La comparaison entre le classement final et la pondération moyenne résultant de l'étude de cas au Sénégal révèle les différences entre la compréhension du système par les acteurs et la représentation de ce dernier à travers la méthodologie développée. Ces différences mettent en évidence les points dont l'importance est sur ou sous-évaluée dans ce pays.

Cette comparaison attire donc notre attention sur les points dont l'importance doit être prouvée aux acteurs de l'assainissement avant même d'entreprendre des mesures pour améliorer le système. Ce point est discuté à la section 5.1.6.5.

## 5) RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 5.1. Liste d'évaluation des facteurs de succès et d'échec

Cette section présente les résultats des analyses effectuées sur la liste d'indicateurs validés par les cadres de l'ONAS. Elle contient 51 indicateurs d'évaluation qui sont listés dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1: Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant la gestion institutionnelle

LISTE INTERMEDIAIRE D'INDICATEURS D'ÉVALUATION DU DOMAINE DE LA GESTION INSTITUTIONNELLE						
Domaine		Sous-critère		Indicateur		
classe		Classe		Classe		
1.1	Statut institutionnel	1.1.a	Autonomie institutionnelle	1.1.a.i	Importance du service d'assainissement dans l'organigramme étatique	4.9
				1.1.a.ii	Autonomie liée au statut du service d'assainissement	4.4
1.2	Qualité de la formation dans le pays	1.2.a	Adéquation des formations à disposition	1.2.a.i	Accès à une formation sur les technologies adaptées au contexte	4.5
		1.2.b	Collaboration avec les instituts de recherche et de formation	1.2.b.i	Nombre de visites d'écoles et de recherche / an	3.4
1.3	Efficacité du processus décisionnel	1.3.a	Traitement des requêtes	1.3.a.i	Temps de réponse à une requête des techniciens	4.8
				1.3.a.ii	Nombre d'étages hiérarchiques	4.4
		1.3.b	Communication interne	1.3.b.i	Fréquence de la communication interne	3.7
				1.3.b.ii	Gestion des interfaces entre les directions travaillant sur un même projet	4.4
		1.3.c	Capitalisation	1.3.c.i	Qualité et fréquence de la capitalisation des expériences	4.7
				1.3.c.ii	Existence d'un service qualité ou capitalisation technique	4.3
1.4	Gestion des Ressources Humaines	1.4.a	Gestion du personnel	1.4.a.i	Capacité à fidéliser les RH compétentes	4.5
				1.4.a.ii	Capacité de remplacement des employés	4.3
		1.4.b	Gestion de la formation	1.4.b.i	Facilité d'accès à des formations supérieures	4.1
				1.4.b.ii	Fréquence de la formation continue	4.2
1.5	Qualité d'expertise au niveau de la direction (Maître d'ouvrage)	1.5.a	Capacités de gestion	1.5.a.i	Adéquation poste - profil des responsables de direction	4.6
				1.5.a.ii	Connaissance des directeurs sur les ouvrages d'assainissement	4.5
				1.5.a.iii	Nombre de projet par ingénieur	4.0
		1.5.b	Capacités de planification (Conception & Construction)	1.5.b.i	Expérience des ingénieurs pour le suivi de projets	4.6
				1.5.b.ii	Transparence des procédures d'attribution des marchés	4.0
				1.5.b.iii	Qualité du suivi des travaux	4.2

LISTE INTERMEDIAIRE D'INDICATEURS D'EVALUATION DU DOMAINE DE LA GESTION INSTITUTIONNELLE						
Domaine		Sous-critère		Indicateur		
classe	Classe			Classe		Barème
1.6	Qualité d'expertise des services d'exploitation	1.6.a	Capacités d'exploitation	1.6.a.i	Niveau de compréhension des procédés	4.6
				1.6.a.ii	Souplesse de décision laissée au chef de station	4.2
				1.6.a.iii	Fréquence du contrôle par les chefs de services régionaux	3.7
1.7	Qualité des prestations des acteurs privés (Maître d'œuvre)	1.7.a	Maîtrise des technologies	1.7.a.i	Expériences dans le domaine	4.4
		1.7.b	Responsabilité contractuelle	1.7.b.i	Garantie offerte par les bureaux d'études	3.5
				1.7.b.ii	Garantie offerte par les entreprises de construction	4.0
1.8	Intégration sociale	1.8.a	Appropriation	1.8.a.i	Niveau d'implication au processus décisionnel	4.2
		1.8.b	Intégration économique	1.8.b.i	Compensation économique	2.0

Tableau 2: Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant la conception technique

LISTE INTERMEDIAIRE D'INDICATEURS D'EVALUATION DU DOMAINE DE LA CONCEPTION TECHNIQUE						
Domaine		Sous-critère		Indicateur		
classe	Classe			Classe		Barème
2.1	Qualité des études préliminaires (APS, APD, DAO)	2.1.a	Qualité de l'approche méthodologique	2.1.a.i	Qualité des études de terrain et compréhension du contexte	4.8
				2.1.a.ii	Adéquation des paramètres de dimensionnement au contexte	4.9
				2.1.a.iii	Adaptation des options techniques aux opportunités locales	4.4
				2.1.a.iv	Adaptation des options techniques aux contraintes locales	4.9
2.2	Gestion des contraintes d'exploitation	2.2.a	Flexibilité de l'agencement technique	2.2.a.i	Sensibilité aux variations de charge	4.3
		2.2.b	Réponse aux besoins d'exploitation	2.2.b.i	Disponibilités des pièces de rechange dans le pays	4.6
				2.2.b.ii	Existence d'un magasin fourni en pièces courantes sur place	4.6
				2.2.b.iii	Fréquence des travaux de réparation	3.7
				2.2.b.iv	Dépendance aux prestations externes	4.4
2.3	Suivi, évaluation et optimisation	2.3.a	Qualité du suivi	2.3.a.i	Fréquence d'analyse	4.0
				2.3.a.ii	Existence d'un labo équipé sur place	4.5
		2.3.b	Expertise pour l'analyse et l'optimisation	2.3.b.i	Compétences pour la traduction des résultats en décision	4.7

**Tableau 3:** Liste d'indicateurs et pondération moyenne concernant l'équilibre des ressources

LISTE INTERMEDIAIRE D'INDICATEURS D'EVALUATION DU DOMAINE DE L'EQUILIBRE DES RESSOURCES						
Domaine		Sous-critère		Indicateur		Barème
classe	Classe			Classe		
3.1	Equilibre financier	3.1.a	Planification du budget	3.1.a.i	Type de budget voté	4.8
		3.1.b	Capacité d'investissement	3.1.b.i	Capacité à mobiliser des fonds	4.8
		3.1.c	Valorisation	3.1.c.i	Quantité vendue / quantité de matière produite	4.1
3.2	Equilibre énergétique	3.2.a	Dépendance à l'énergie artificielle	3.2.a.i	Coût énergétique / cout total des dépenses d'exploitation	4.5
				3.2.a.ii	Sensibilité aux coupures de courant	4.6
		3.2.b	Optimisation énergétique	3.2.b.i	Energie renouvelable générée / besoin énergétique total	4.4
				3.2.b.ii	Energie renouvelable générée / besoin énergétique pour l'exploitation	4.5

La définition précise des critères, sous-critères et indicateurs est disponible à l'annexe 4 afin d'assurer une répétabilité optimale. Il est en effet important que les indicateurs soient bien compris pour le fonctionnement de la méthodologie. Les barèmes d'évaluation y sont aussi développés.

La liste d'évaluation des performances est réduite à 3 indicateurs pour l'étude de cas du Sénégal. Les données recueillies concernant l'abattement des coliformes fécaux et des œufs d'helminthes ne sont pas suffisantes. Ces indicateurs ne sont pas analysés avec les indicateurs d'évaluation des facteurs de succès et d'échec afin de ne pas restreindre le domaine d'analyse en fonction de 3 indicateurs de performance qui n'intègrent pas le domaine institutionnel.

La liste d'indicateurs de performances présentée au tableau 4. Elle constitue une base de référence vers laquelle les indicateurs d'évaluation doivent converger. Il faut souligner que ces concepts de performances sont relatifs, surtout en Afrique de l'Ouest où le fonctionnement des installations d'une station de traitement est une réussite même si les taux épuratoires n'atteignent pas 100%.

**Tableau 4:** Liste intermédiaire d'indicateurs d'évaluation des performances

LISTE INTERMEDIAIRE D'INDICATEURS D'EVALUATION DES PERFORMANCES				
Domaine		Sous-critère		Indicateur
		Classe	Classe	
Performances techniques	A	Efficacité de traitement	A1	MES / DCO (STEP) MS (STBV)
			A2	HE, CF
	B	Bilan hydrique	B1	Volume de l'effluent traité / charge entrante (niveau de traitement)
Performances financières	C	Contrôle des dépenses	C1	Dépenses d'exploitation totales / budget d'exploitation

Cette liste intermédiaire des performances n'inclut pas les performances institutionnelles qui sont pourtant une condition au fonctionnement des stations. Cette lacune est résolue dans la liste de performance finale présentée à la section 5.1.8.

### **5.1.1. Validation participative et théorique**

Une réunion de coordination avec des cadres de l'ONAS a permis de valider les indicateurs et l'exhaustivité de la liste. Lors de cette réunion, il a été jugé que les points de vue des différents acteurs étaient intégrés de manière satisfaisante. Ce point est un atout important de cette méthodologie car il permet de choisir au mieux les questions à poser en fonction des acteurs et d'optimiser le temps nécessaire pour évaluer un système.

La majeure partie des indicateurs de la liste intermédiaire a pu être validée. Certains éléments ne respectent cependant pas suffisamment la condition de non-redondance présentée à la section 4.7.3. Les modifications suivantes sont donc proposées pour permettre l'analyse et la validation théorique complète de la liste de critères, sous-critères et indicateurs :

1. L'indicateur 2.2.b.i concernant la dépendance aux prestations externes ne peut être intégré dans les étapes d'analyse. Les données pour l'évaluation de ce point n'ont pu être recueillies de manière précise car le système de gestion de l'ONAS répertorie indistinctement les réparations faites en régie de celles déléguées et les demandes de travaux envoyées pour les stations de traitement et les réseaux qui y sont attachés.
2. Les indicateurs 1.7.b.i et 1.7.b.ii concernant la satisfaction face au travail des bureaux d'étude et des entreprises de construction souffrent trop de l'influence du niveau de compréhension des acteurs interrogés. Ils sont trop subjectifs pour être inclus dans les analyses. De plus, la qualité des études et des travaux est prise en compte dans d'autres indicateurs du domaine de la conception technique.
3. Certains indicateurs sont agrégés en amont de l'analyse de corrélation afin d'éviter toute redondance. Ils concernent la capacité à mobiliser les fonds (1.5.a.iii, 3.1.b.i), la gestion des interfaces entre les différentes directions (1.3.b.ii, 1.5.b.i), et la prise en compte des paramètres de dimensionnement locaux pour assurer la qualité des études (2.1.a.i, 2.1.a.ii).

Ces raisons justifient la réduction de la liste pour l'évaluation des facteurs de succès et d'échec à 44 indicateurs pour les étapes suivantes. Les éléments de cette liste sont définis à l'annexe 4.

### **5.1.2. Pondération des indicateurs**

La dernière colonne des tableaux 1, 2 et 3 présente la pondération finale obtenue pour les indicateurs. Les indicateurs dont la pondération est en gris (poids  $\geq 4.5$ ) sont les points considérés comme déterminant dans le fonctionnement d'une station par la majeure partie des acteurs interrogés.

Les indicateurs de performance n'ont pas été pondérés comme ceux listés pour l'évaluation des facteurs d'échec et de succès. L'objectif de la présente étude n'est en effet pas de fixer une hiérarchie entre les différents indicateurs de performance.



Les tableaux 1, 2 et 3 révèlent qu'un grand nombre d'indicateurs sont pondérés comme important. En effet, 88 % des indicateurs de la liste intermédiaire sont considérés très important par les acteurs interrogés (pondération  $\geq 4$ ). Cette observation permet de valider la représentativité de la liste d'indicateurs dans son ensemble.

Le domaine de la gestion institutionnelle concentre le plus grand pourcentage d'indicateurs pondérés en dessous de 4 (16%). Le domaine de la conception technique présente 92% d'indicateurs pour lesquels la pondération est égale ou supérieure à 4 et le domaine de l'équilibre des ressources atteint les 100%.

Certains indicateurs peuvent être reformulés ou agrégés pour obtenir une liste constituée d'un maximum de points importants (voir section 5.1.3). On observe aussi que tous les domaines et une grande partie des critères possèdent de nombreux indicateurs ayant un poids de plus de 4.5. Certains critères du domaine institutionnel ne possèdent cependant aucun indicateur pondéré au dessus de 4.5. Cela peut s'expliquer par une importance moindre de ces derniers ou par un manque de compréhension de la part des acteurs face à l'importance de ces critères et indicateurs. Les analyses de corrélation et le classement final apportent une solution à cette question (voir section 5.1.6.4).

### ***5.1.3. Agrégation des indicateurs***

La pondération des 6 indicateurs discutés à la section 5.1.1 est agrégée par la moyenne arithmétique pour former de nouveaux indicateurs pondérés comme suit :

- 1.3.b.ii : Gestion des interfaces entre les directions travaillant sur un même projet : 4.4 ;
- 2.1.a.i : Qualité des études de terrain et compréhension du contexte : 4.8 ;
- 3.1.b.i : Capacité à mobiliser les fonds. 4.7.

La pondération des critères et sous-critères présentée au tableau 5 est obtenue de la même manière.

La pondération de l'indicateur 2.2.b.iv concernant la dépendance aux prestations externes est intégrée dans le calcul du poids du sous-critère 2.2.b concernant la réponse aux besoins d'exploitation. Cela permet de faire les analyses et les comparaisons entre les classements en tenant compte de cet indicateur. Malgré le fait qu'il n'a pas pu être intégré dans cette analyse, il serait intéressant de l'évaluer dans d'autres contextes.

Tableau 5: Agrégation de la pondération des critères et sous-critères

AGREGATION DE LA PONDERATION DES CRITERES ET SOUS-CRITERES					
Critère			Sous-critère		
Classe		Poids	Classe		Poids
GESTION INSTITUTIONNELLE					
1.1	Statut institutionnel	4.6	1.1.a	Autonomie institutionnelle	4.6
1.2	Qualité de la formation dans le pays	3.9	1.2.a	Adéquation des formations à disposition	3.9
			1.2.b	Collaboration avec les instituts de recherche et de formation	3.4
1.3	Efficacité du processus décisionnel	4.4	1.3.a	Traitement des requêtes	4.6
			1.3.b	Communication interne	4.1
			1.3.c	Capitalisation	4.5
1.4	Gestion des ressources humaines	4.3	1.4.a	Gestion du personnel	4.4
			1.4.b	Gestion de la formation	4.2
1.5	Qualité d'expertise au niveau de la direction	4.3	1.5.a	Capacités de gestion	4.4
			1.5.b	Capacités de planification	4.3
1.6	Qualité d'expertise des services d'exploitation	4.2	1.6.a	Capacités d'exploitation	4.2
1.7	Qualité des prestations des acteurs privés	4.1	1.7.a	Maîtrise des technologies	4.4
			1.7.b	Responsabilité contractuelle	3.8
1.8	Intégration sociale	3.1	1.8.a	Appropriation	4.2
			1.8.b	Intégration économique	2.0
CONCEPTION TECHNIQUE					
2.1	Qualité des études préliminaires	4.7	2.1.a	Qualité de l'approche méthodologique	4.7
2.2	Gestion des contraintes d'exploitation	4.3	2.2.a	Flexibilité de l'agencement technique	4.3
			2.2.b	Réponse aux besoins d'exploitation	4.3
2.3	Suivi, évaluation et optimisation	4.5	2.3.a	Qualité du suivi	4.3
			2.3.b	Expertise pour l'analyse et l'optimisation	4.7
EQUILIBRE DES RESSOURCES					
3.1	Equilibre financier	4.6	3.1.a	Planification du budget	4.9
			3.1.b	Capacité d'investissement	4.7
			3.1.c	Valorisation	4.1
3.2	Equilibre énergétique	4.5	3.2.a	Dépendance à l'énergie artificielle	4.6
			3.2.b	Optimisation énergétique	4.4

La pondération des sous-critères et des critères confirme les tendances observées pour la pondération des indicateurs. La correspondance entre les indicateurs, les sous-critères et les critères est donc validée au sens de l'analyse de pondération.

#### 5.1.4. Classification primaire des indicateurs

Le classement primaire est établi selon les deux échelles présentées à la section 4.7.6. Cette étape permet d'obtenir une vue générale de l'organisation des indicateurs présentée au tableau 6. Sur ce tableau, les classes sont représentées horizontalement. Les indicateurs inclus dans une même classe possèdent le même nombre de points. De ce fait, il n'existe pas de hiérarchie entre eux. Ce classement est obtenu en effectuant la somme des points obtenus pour chaque indicateur, sur la base des échelles hiérarchiques et d'incidence temporelle. L'influence d'un indicateur décroît proportionnellement à la somme obtenue.

**Tableau 6:** Classement des indicateurs selon l'échelle hiérarchique et d'incidence temporelle

CLASSEMENT DES INDICATEURS SELON LES ECHELLES HIERARCHIQUE ET D'INCIDENCE TEMPORELLE											
Classe	Indicateurs										
1	1.1.a.i	1.1.a.ii	1.2.a.i								
2	3.1.a.i	3.1.b.i									
3	1.3.a.ii	1.3.b.i	1.3.b.ii	1.3.c.i	1.3.c.ii	1.4.a.i	1.4.a.ii	1.4.b.i	1.4.b.ii	1.5.a.i	1.5.a.ii
4	3.1.c.i	3.2.a.i	3.2.b.i								
5	1.2.b.i	1.5.a.iii	1.5.b.i	1.5.b.ii	1.5.b.iii	1.7.b.i	1.7.b.ii	1.8.a.i			
6	2.1.a.i	2.1.a.ii	2.1.a.iii								
7	1.3.a.i	1.6.a.i	1.6.a.ii	1.6.a.iii	1.7.a.i	1.8.b.i					
8	2.2.b.i	2.3.a.i	2.3.a.ii								
9	2.2.b.iii	2.3.b.i									

On y observe sur ce tableau un étagement des indicateurs par domaine. La première classe concerne les décisions institutionnelles de base.

La deuxième à trait à la gestion financière découlant de ces dernières et influence à son tour la gestion effective de l'office et de ses activités.

Les indicateurs constituant la troisième classe concernent la communication et la distribution des compétences au sein de l'office.

La quatrième classe prend en compte des considérations plus pratiques touchant aux moyens mis en place pour la conception des études.

La cinquième classe marque le passage entre le niveau hiérarchique des cadres et celui des employés. Ses indicateurs concernent les moyens mis en place pour la conception des stations.

La sixième classe fait apparaître les critères techniques découlant de la cinquième. Ils concernent la qualité des études et leur adéquation au contexte.

Les trois dernières classes concernent les problèmes pratiques et les compétences nécessaires pour l'exploitation des stations. On y retrouve une grande proportion d'indicateurs appartenant aux domaines techniques et de l'équilibre des ressources.

### 5.1.5. Analyse de la corrélation

L'analyse de la corrélation confirme certains postulats de base de l'étude. La présente démarche a en effet été développée avec l'idée que le fonctionnement des stations de traitement est influencé par un grand nombre de facteurs parmi lesquels le domaine institutionnel joue un rôle non négligeable. Les diagrammes de corrélation montrent tous que le système est influencé par une combinaison de facteurs différents se comportant en cascade de relations interdépendantes.

Les deux étapes de construction des diagrammes de corrélation entre les indicateurs et les sous-critères sont complémentaires. Elles permettent d'avoir à la fois une vision précise concernant des éléments très pratiques et une vision générale facilitant les étapes de classification.

#### 5.1.5.1. Diagramme de corrélation entre les indicateurs

Cette première étape d'élaboration des diagrammes de corrélation permet d'affiner la compréhension des influences reliant les indicateurs. Les diagrammes montrent toute la complexité du système créé et le nombre très important d'influences possibles. Cela valide le choix d'une méthodologie holistique.

Ces diagrammes révèlent aussi l'importance de l'influence du domaine institutionnel. Ce dernier devrait être mieux considéré dans les études concernant le fonctionnement des stations.

Enfin, le nombre d'arcs liant les indicateurs concernant la planification et l'exploitation des stations nous encourage à considérer ces deux points de manière parallèle.

L'élaboration des diagrammes de corrélation entre les indicateurs suit les étapes présentées à la section 4.7.7.1.

Les 4 indicateurs suivants sont choisis dans les domaines techniques et de l'équilibre des ressources comme noyau de regroupement :

- 2.1.a.ii : adéquation des paramètres de dimensionnement au contexte (pondération = 4.9)
- 2.2.b.ii : existence d'un magasin fourni en pièces courantes (pondération = 4.7)
- 2.3.b.i : compétences pour la traduction des résultats en décision (pondération = 4.7)
- 3.2.a.i : cout énergétique / cout total des dépenses d'exploitation (pondération = 4.5)

Les deux premiers concernent le domaine de la conception technique et les deux autres celui de l'équilibre des ressources. Ils obtiennent tous une somme de points égale ou inférieure à 3 lors du calcul du classement primaire et représentent des points critiques dans l'exploitation des stations. Les regroupements sont constitués de plusieurs indicateurs pouvant provenir indistinctement des trois domaines. Les diagrammes sont construits autour des regroupements qui sont renommés en fonction de la problématique qu'ils représentent :

1. qualité des études ;
2. besoins matériaux pour l'exploitation ;
3. optimisation des taux épuratoires ;
4. valorisation des sous-produits et optimisation énergétique.

Les figures présentant les diagrammes de corrélation construits autour des regroupements d'indicateurs précités sont disponibles à l'annexe 5

L'analyse de ces diagrammes révèle que la plupart des indicateurs ont une influence sur au moins un des 4 regroupements. De nombreux indicateurs entrent en jeu pour chacun des 4. En revanche, les trois indicateurs suivants n'apparaissent dans aucun des diagrammes :

- 1.2.b.i : nombre de visite d'école et de recherche par an ;
- 1.3.b.i : fréquence de la communication interne ;
- 1.6.a.iii : fréquence du contrôle par les chefs de services régionaux.

La pondération attribuée à ces indicateurs est respectivement de 3.4, 3.7, 3.7, ce qui est faible en comparaison au poids donné à la plupart des indicateurs. Cela justifie une modification pour mieux présenter ces points de vue dans la liste d'indicateurs. Ces trois éléments sont inclus par généralisation dans l'analyse de la corrélation entre les sous-critères. Leur intégration sous forme agrégée ou reformulée à la liste finale est discutée à la section 5.1.8.

D'autre part, l'analyse des diagrammes révèle une interdépendance particulière entre certains indicateurs :

- Les indicateurs 2.2.a.i (Sensibilité aux variations de charge) et 3.2.a.ii (Sensibilité aux coupures de courant) sont toujours influencés par un seul même indicateur plus général. Ces deux indicateurs apparaissent toujours liés uniquement avec l'indicateur 2.1.a.iii (adaptation des options techniques aux contraintes locales) pondéré de manière forte.

- L'indicateur 2.1.a.iii prend en compte un grand nombre d'autres paramètres qui ne sont pas détaillés dans la liste d'indicateurs. Afin de rester cohérent avec ces autres éléments, ces deux indicateurs sont agrégés à l'indicateur 2.1.a.iii.
- Les indicateurs 1.3.a.ii (nombre d'étages hiérarchiques) et 1.6.a.ii (souplesse de décision laissée au chef de station) n'apparaissent qu'une seule fois sur les diagrammes de corrélation concernant les besoins matériels pour l'exploitation. Ils sont tout deux influencés uniquement par l'indicateur 1.1.a.ii (autonomie liée au statut du service d'assainissement) et déterminent seulement l'indicateur 1.3.a.i (temps de réponse à une requête). Toujours pour garder une information cohérente, il est préférable d'agréger ces indicateurs.

L'agrégation de ces indicateurs assure le respect de la condition de non-redondance. Ils sont donc modifiés pour former les indicateurs pondérés comme suit :

- 2.1.a.iii : Adaptation des options techniques aux contraintes locales : 4.7
- 1.3.a.ii : Poids de la hiérarchie : 4.3

La pondération finale de l'indicateur 2.1.a.iii est obtenue par la moyenne arithmétique des indicateurs 2.2.a.i, 3.2.a.ii et 2.1.a.iii. Un poids de 1/6, 1/6 et 4/6 leur est respectivement attribué pour rendre compte le fait que les deux premiers indicateurs ne représentent que 2 points parmi les 6 englobés dans l'indicateur 2.1.a.iii (géologie, climat, main d'œuvre, activité économique, agencement technologique, besoin en énergie).

Le poids attribué au nouvel indicateur 1.3.a.ii est obtenu par la moyenne des pondérations des deux indicateurs agrégés.

Pour le reste, ces diagrammes de corrélation permettent de valider l'importance de la plupart des indicateurs et de mieux visualiser leur corrélation.

Il apparaît aussi que les 4 regroupements constituent des points vers lesquels tous les facteurs convergent. Leurs caractéristiques pratiques et le lien direct qu'ils ont sur le fonctionnement effectif des installations de traitement les distinguent des autres indicateurs. Ils peuvent en effet déterminer 4 points de vue pour évaluer les performances d'un système. Les performances sont toujours définies en fonction des objectifs fixés. Nous pouvons donc formuler 4 objectifs principaux recherchés lors de la mise en place et de l'exploitation de stations de traitement sur la base de ces regroupements :

- adéquation des installations au contexte ;
- durabilité des infrastructures ;
- optimisation des taux épuratoires ;
- minimisation des dépenses.

#### **5.1.5.2. Diagramme de corrélation entre les sous-critères**

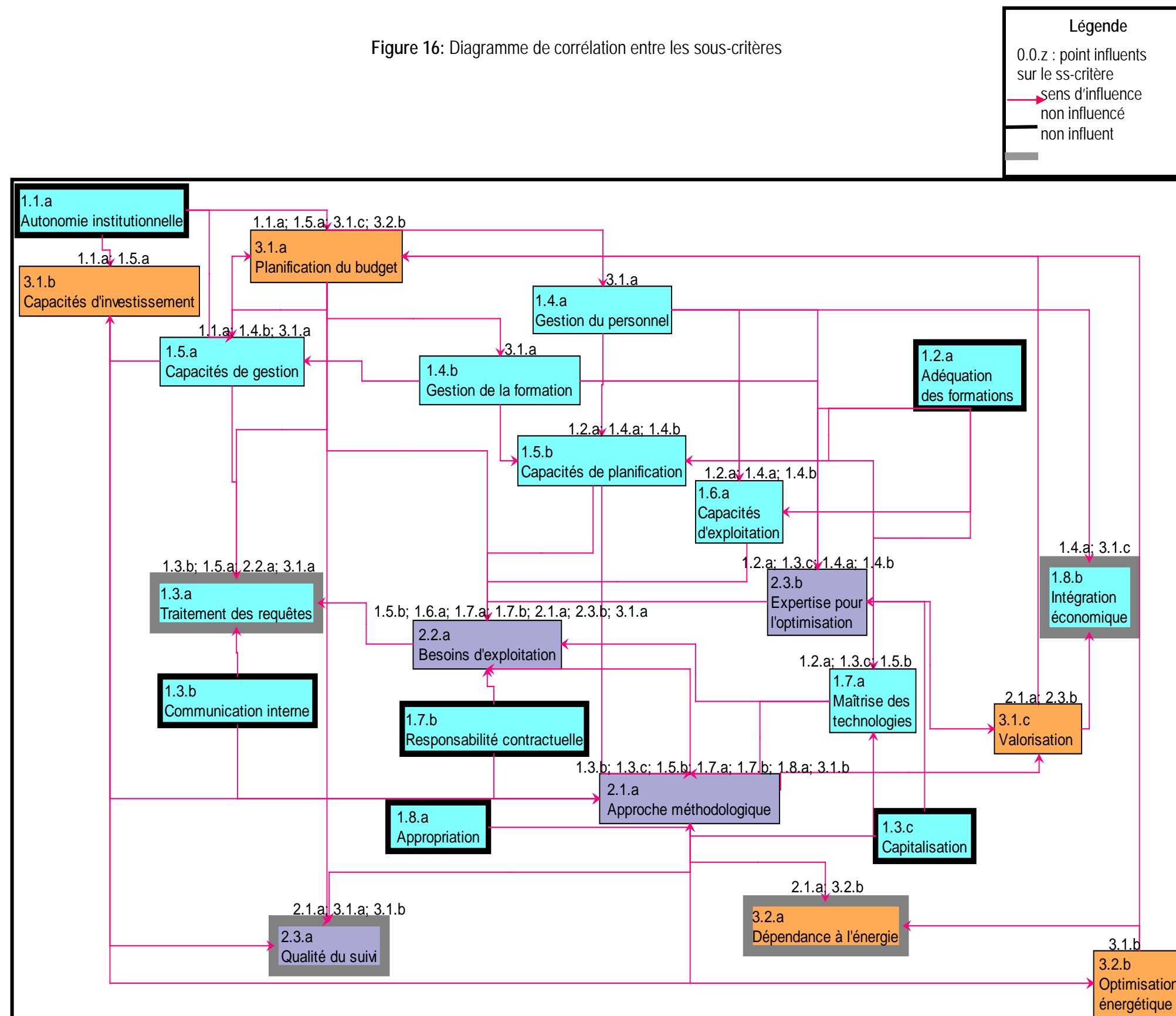
La structure se dégageant du diagramme de corrélation entre les sous-critères est proche de celle observée sur les diagrammes de corrélation entre les indicateurs. Cela permet de valider la correspondance et la représentativité entre ces deux échelles d'information.

L'analyse du diagramme révèle aussi que chaque sous-critère tient un rôle prépondérant dans le système. Il s'agit donc de ne sous-estimer aucun des points développés ci-dessous.

La figure 16 présentant le diagramme de corrélation entre les sous-critères permet la visualisation de toutes les interactions entre les 23 sous-critères. Chaque lien entre deux sous-critères sous-entend un lien entre deux indicateurs au minimum.

Les sous-critères n'étant influencés par aucun autre sont encadrés en noir et ceux constituant des nœuds de terminaison sont encadrés en gris. Les numéros au dessus des blocs donnent le numéro des sous-critères influençant le bloc considéré.

Figure 16: Diagramme de corrélation entre les sous-critères



L'analyse du diagramme de corrélation entre les sous-critères révèle plusieurs tendances distinguant les éléments entre eux :

### **1. Points de départ du réseau de corrélation**

Six sous-critères ne sont influencés par aucun autre (autonomie institutionnelle, adéquation de la formation, appropriation par la population, capitalisation, communication interne et responsabilité contractuelle) Ils méritent tous une grande attention. En effet, ils font partie des décisions de base qui influencent tout le système. Elles ne peuvent être corrigées que difficilement par ce dernier.

Parmi ces derniers, l'autonomie institutionnelle prend tout son poids, y compris en représentant la sensibilité très importante du système à toute influence politique.

L'adéquation des formations disponible dans le pays découle aussi en partie de décisions politiques. Ce sous-critère est indicatif de l'importance qui est accordée à l'assainissement dans le pays et de la compréhension de ce domaine au niveau politique.

La capitalisation, la communication interne, la responsabilité contractuelle et l'appropriation par les populations dépendent de volontés émanant de la direction de l'office et font aussi partie des postulats de base très influents.

La planification du budget et la capacité d'investissement interviennent aussi en amont de la plupart des interactions. Ils constituent des points primordiaux évidents dans la définition des stratégies d'un office de l'assainissement.

On observe que la planification du budget influence une plus grande zone que la capacité d'investissement. Malgré l'importance de l'attribution des fonds lors de la mise en place des stations, la durabilité des infrastructures est plus fortement déterminée par la gestion du budget de fonctionnement. L'influence de la planification du budget souligne la nécessité pour un office d'établir des stratégies claires à tous les niveaux. L'amortissement des infrastructures, la réparation des équipements et la fin des contrats avec les prestataires doivent faire l'objet de prévisions budgétaires suffisantes. Rien ne sert de faire des investissements pour des installations dont le fonctionnement courant (optimisation, maintenance et réparations) ne peut être couvert par le budget à disposition. Au contraire, un manque de définition de priorités concernant la planification du budget peut avoir des conséquences lourdes sur l'ensemble du système.

### **2. Points leviers agissant sur les points de départ du réseau**

La capacité d'investissement et la planification du budget sont influencées par les sous-critères concernant la capacité de gestion, l'optimisation énergétique et la valorisation. Ces 3 éléments sont définis par la politique interne à l'office mais peuvent influencer le statut de ce dernier au niveau national.

Il est par exemple possible de générer suffisamment de recettes par la vente de sous-produits valorisés pour justifier une autonomie institutionnelle plus grande. Dans le cas de l'ONAS, la viabilité financière peut constituer un argument de taille justifiant un changement de statut institutionnel et une autonomie de décision plus grande.

Ces trois sous-critères constituent donc des points de leviers internes au système puissants. Ils permettent aux employés de l'office d'améliorer la situation de façon active et d'influer sur les points stratégiques de base.



### 3. Points de terminaison du réseau

L'intégration économique, le traitement des requêtes, la dépendance énergétique et la qualité du suivi sont des points de terminaison n'influençant pas d'autres sous-critères.

Ces trois derniers reprennent les mêmes problématiques que les regroupements développés à la section 5.1.5.1 pour la construction du diagramme de corrélation entre les indicateurs. Leur position en fin du réseau de corrélation valide leur représentativité des problèmes pratiques rencontrés sur les stations et ne pouvant être résolus qu'en remontant dans le système. Ils constituent donc des indicateurs de performances et sont repris dans la liste finale proposée à la section 5.1.8.

- Le sous-critère de qualité du suivi reprend la préoccupation concernant l'optimisation des performances épuratoires. Le suivi des paramètres physico-chimiques tout au long des files de traitement d'une station est une condition primordiale pour atteindre des performances épuratoires satisfaisantes. La qualité du suivi et la possibilité d'optimiser les performances dépendent de la fréquence des analyses de laboratoire et des compétences pour l'interprétation de ces dernières.
- Le sous-critère de traitement des requêtes renvoie aux besoins matériels pour l'exploitation. En effet, dans un système comme celui de l'ONAS, tous les besoins en matériel et en prestation sont traités sous forme de demande la direction centrale.
- La catégorie créée autour des préoccupations de valorisation des sous-produits et de l'optimisation énergétique est en partie représentée ici par le sous-critère de dépendance énergétique.

L'apparition sous forme de point de terminaison du sous-critère d'intégration économique permet quant à elle d'attirer l'attention sur cet élément souvent sous-estimé. Ce sous-critère peut théoriquement influencer l'appropriation de la station par la population qui peut expliquer à lui seul la mise en arrêt brusque de toute station de traitement. Cela a été le cas à Cambérène. L'influence entre l'intégration économique et l'appropriation n'est pas représentée dans ce diagramme de corrélation pour rester fidèle aux avis des acteurs de l'assainissement au Sénégal. Elle mérite cependant d'être plus étudiée. Cette corrélation peut être considérée, même implicitement, dans la liste finale d'indicateurs de performances.

### 4. Point de convergence névralgique

Le sous-critère concernant la qualité des études constitue le nœud de convergence le plus important du système. Il influence 9 sous-critères et est lui-même déterminé par 12 influences directes. Ce point fait donc office d'interface entre tous les types d'acteurs et entre toutes les étapes temporelles concernant une station. De par ses multiples influences, ce sous-critère est difficile à gérer. Il doit malgré tout être traité sérieusement et concentrer des efforts importants au sein de l'office car il influence fortement la survie de systèmes de traitement.

### 5. Moyens mis en place pour le fonctionnement de l'office

Les sous-critères ne faisant partie d'aucune catégorie discutée ci-dessus concernent tous l'expertise des divers acteurs et leurs conditions d'engagement. Ils constituent aussi un élément charnière entre les décisions fondamentales définissant le type de gestion et les moyens mis en place pour l'optimisation ou la résolution des problèmes pratiques sur les stations.

### 5.1.6. Classification des sous-critères

Les étapes précédentes de validation, d'analyse de la pondération, de l'agrégation et de la corrélation ont permis d'épurer au maximum la liste pour les étapes de classification finale. Elles sont donc abordées avec une liste suffisamment représentative et complète.

Les observations faites dans les étapes précédentes d'analyse sont vérifiées dans les 4 classements suivants. Ces derniers présentent tous les sous-critères dans un ordre différent et mettent chacun en avant des caractéristiques distinctes. Ils permettent non seulement de valider les observations faites plus haut, mais aussi d'affiner la compréhension des tendances. Cela confirme la complémentarité des analyses effectuées.

La classification des sous-critères permet d'étudier la robustesse de la liste par l'observation des différences de position entre les classements. Il s'avère que la plupart des tendances décrites ci-dessous sont stables dans l'ensemble. Les irrégularités et biais révélés par l'analyse des classements sont dus soit au mode de classement, soit à l'organisation des sous-critères dans la liste. Tous ces phénomènes peuvent être expliqués et des propositions peuvent être faites pour la résolution des irrégularités.

L'application de toutes ces analyses avec succès et la possibilité d'en dégager des résultats permettent l'atteinte des objectifs principaux de la présente étude. Elles rendent possible l'amélioration du modèle représentant les facteurs de succès et d'échec, l'affinement de la méthodologie d'évaluation et l'élaboration de recommandations pour la mise en place des stations.

#### 5.1.6.1. Classement direct

Le classement direct faisant intervenir les arcs incidents les plus courts sur chaque sous-critère est présenté au tableau 7. Comme les étapes suivantes, il est réalisé en tenant compte de la différence entre les surclassements faibles et forts. Il contient 6 classes représentées en ligne. Les sous-critères sont contenus de manière indistincte dans une même classe. Les colonnes des tableaux suivants ne présupposent aucune hiérarchie interne.

Tableau 7: Classement direct des sous-critères

CLASSEMENT DIRECT DES SOUS-CRITERES				
Cla sse	Sous-critère			
1	Autonomie institutionnelle	Adéquation des formations à disposition	Capitalisation	
	Responsabilité contractuelle	Appropriation	Communication interne	
2	Approche méthodologique ;	Besoins d'exploitation	Expertise pour l'optimisation	
3	Traitement des requêtes	Capacités de gestion	Capacités de planification	Capacités d'exploitation
	Maîtrise des technologies	Qualité du suivi	Planification budget	Capacité investissement Valorisation
4	Dépendance à l'énergie	Optimisation énergétique		
5	Gestion du personnel	Gestion de la formation		
6	Intégration économique			

La première classe correspond exactement aux 6 sous-critères discutés pour la classification primaire et le diagramme de corrélation entre les sous-critères. Cela permet de confirmer l'importance de ces éléments et leur influence à la base du système. N'étant pas déterminés par d'autres éléments, ils doivent être pris en compte en amont des décisions.

Tous ces éléments n'influencent pas le système au même niveau. Les classements suivants permettent de distinguer entre eux ces sous-critères, y compris celui de la responsabilité contractuelle qui n'est influencé par aucun autre point sur ce diagramme.

Les classes suivantes (2 et 3) renseignent sur les indicateurs pour lesquels une amélioration indirecte peut être envisagée. Ces derniers nécessitent tout de même une réflexion en interne pour élaborer des stratégies efficaces. Ces points ne constituent pas le départ de toutes les corrélations. Cependant, leur influence sur la qualité des infrastructures et les conditions d'exploitation est très grande.

L'optimisation de la situation concernant les sous-critères des trois dernières classes ne peut être entreprise sans considérer leurs points influents. Cette situation s'illustre dans le cas du Sénégal où la gestion de la formation fait maintenant l'objet de documents et guides bien conçus (<sup>(1)</sup>ONAS, 2008). Cette volonté d'harmonisation est positive. Malheureusement, pour des raisons de gestion et d'attribution des budgets, les formations prévues ne peuvent être réalisées normalement. Pour l'optimisation énergétique aussi, même une volonté appuyée par des documents ne suffit pas. Ces points nécessitent une bonne capacité de mobilisation des fonds ainsi qu'une planification du budget considérant les frais de réparations.

#### **5.1.6.2. Classement inverse**

Le classement inverse est plus aéré que le classement direct. Cela facilite une distinction précise entre les sous-critères. L'élaboration de ce classement est plus fastidieuse que celle du classement direct et certains choix ont dû être fait en fonction des particularités du système étudié. En effet, ce type de classement est généralement utilisé sur des variantes surclassées entre elles, mais ne s'influençant pas les unes les autres. De plus, le système étudié ici ne possède pas de point final unique.

La première remarque nous amène à ne pas considérer les chemins les plus longs entre deux sous-critères s'ils sont peu probables ou si un autre long chemin paraît beaucoup plus crédible. La deuxième remarque explique le choix de trois points de terminaison.

Les conditions posées pour le choix de ces trois points de terminaison sont présentées à la section 4.7.8.2. Leur application permet de sélectionner les trois sous-critères suivants :

1. traitement des requêtes ;
2. qualité du suivi ;
3. dépendance à l'énergie.

L'intégration économique n'a pas été choisie car l'influence de ce sous-critère n'a pu être étudiée dans le détail. Elle détermine aussi de manière moins évidente les conditions d'exploitation sur les stations et est moins représentative des problèmes qui peuvent y être rencontrés.

La moyenne des points obtenus pour les trois sous-critères de convergence ainsi définis permet d'élaborer le classement présenté à la figure 8 ci-dessous. Les classes y sont présentées en ligne et les sous-critères d'une même classe présentent les mêmes caractéristiques du point de vue du classement inverse.

**Tableau 8: Classement inverse des sous-critères**

CLASSEMENT INVERSE DES SOUS-CRITERES	
Classe	Sous-critère
1	Autonomie institutionnelle
2	Valorisation
3	Optimisation énergétique
4	Planification du budget
5	Adéquation des formations à disposition
6	Expertise pour l'optimisation.
7	Gestion de la formation      Gestion du personnel
8	Capacités de gestion
9	Capacités de planification      Capitalisation
10	Maîtrise des technologies      Communication interne      Appropriation
11	Capacité d'investissement
12	Approche méthodologique
13	Responsabilité contractuelle
14	Capacités d'exploitation
15	Besoins d'exploitation
16	Qualité du suivi      Intégration économique      Traitement des requêtes      Dépendance à l'énergie

Dans l'ensemble, le classement résultant des calculs effectués autour des trois points de convergence représente bien le fonctionnement et les influences internes du système. Il est cependant entaché des biais locaux présentés à la section 4.7.8.2. Ces derniers sont illustrés et discutés au fur et à mesure des observations faites en remontant le classement.

L'analyse du classement inverse facilite la distinction des éléments situés en fin de classement.

En bas des 16 classes se trouvent les 4 sous-critères discutés à la section 5.1.5.2 pour n'avoir aucune influence sur les autres. Ils reprennent encore une fois les 4 objectifs de performances. On observe que les sous-critères représentant les problématiques de l'exploitant se retrouvent à nouveau en fin de classement. Cela démontre bien que l'amélioration de la situation pour ces points nécessite des efforts en amont.

Le sous-critère de responsabilité contractuelle se retrouve ici dans le dernier quart du classement, ce qui permet de relativiser son importance et reflète mieux la réalité.

En effet, il n'est pas cohérent de demander aux bureaux prestataires une qualité de travail d'un niveau trop supérieur à celui des ingénieurs chargés du suivi des études pour l'office. La responsabilité contractuelle ne peut déterminer à elle seule la qualité des études ou des travaux dans des régions comme l'Afrique de l'Ouest. En effet, les paramètres de dimensionnement et les critères de décision ne sont pas assez précisément définis.

Les classes 6 à 13 contiennent les sous-critères représentatifs de l'organisation interne de l'office et du processus de planification. Une hiérarchie représentative y apparaît entre certains éléments. On observe que la capitalisation détermine logiquement des sous-critères ayant trait à la planification et à l'exploitation, impactant eux-mêmes sur des éléments techniques.

Les classes 7 à 10 révèlent plusieurs imprécisions.

La capacité de gestion intervient en aval de la gestion du personnel et de la formation, ce qui paraît illogique. Cela s'explique par le manque de considérations des compétences en management dans le sous-critère de capacité de gestion.

De même, le sous-critère de communication interne apparaît un étage en dessous de celui de la capitalisation et deux étages plus bas que les autres éléments concernant les stratégies globales de l'office. Cette irrégularité est levée grâce à l'élaboration des classements suivants.

Trois autres biais sont à indiquer sur ce classement. L'optimisation énergétique et la valorisation sont classées en dessus de la planification du budget alors qu'en réalité ils sont eux-mêmes influencés par ce point. De même, le sous-critère d'expertise pour l'optimisation est situé très haut dans le classement, ce qui est exagéré. Ces biais sont introduits suite au choix des points de convergence pour l'élaboration du classement inverse. Le seul chemin d'influence possible pour ces trois éléments vers 2 des 3 points de convergence choisis passe d'abord par le sous-critère de planification du budget avant de traverser tout le réseau de corrélation.

Ceci rallonge le chemin et détermine les résultats, même si les influences sont moins directes et moins fortes sur l'élément final. Si le classement de ces trois sous-critères est un peu surfait, cela n'en révèle pas moins leur importance et leur potentiel d'influence très large. Ils constituent des facteurs de succès intéressants à mettre en place pour équilibrer tout système.

Le classement médian résultant de la moyenne des classements direct et inverse n'est pas présenté ici. En effet, il n'apporte pas d'informations supplémentaires. De plus, il est préférable de considérer ces deux classements comme représentatifs d'extrêmes dans le cas où trop de différences les distinguent (Shärlig, 1985).

### **5.1.6.3. Bilan des flux**

Le tableau 9 présente les influences des sous-critères entre eux. Tous les sous-critères y sont représentés horizontalement et verticalement. L'influence imposée par chaque sous-critère sur les autres est lisible en prenant la colonne qu'il surplombe.

Les nombres présentés verticalement à l'avant-dernière colonne présentent les influences sortantes du sous-critère 3.2.b. On peut y lire que ce point influence de manière forte (pondération = 2) les sous-critères 3.1.a et 3.2.a. Le total des influences sortantes est donc 4, ce qui est présenté tout en bas de la même colonne. À l'inverse, la lecture d'une ligne présente les influences reçues par le sous-critère concerné. Le dernier nombre de la colonne correspond alors à la somme des influences reçues.

Ce tableau facilite le calcul du bilan des flux. Il suffit en effet de soustraire la valeur de la dernière colonne (nombre d'influence entrante) à celles de la dernière ligne (nombre d'influences sortantes).

La lecture de la dernière colonne et de la dernière ligne permet un aperçu intéressant du nombre de corrélation liant entre eux les sous-critères. Les sous-critères concernant la qualité des études et les besoins d'exploitation se distinguent du reste des éléments par un nombre très important d'influence entrante. Cela confirme leur importance et leur position névralgique dans le système.

Tableau 9: Tableau des influences entre sous-critères

		INFLUENCES ENTRE LES SOUS-CRITERES																							
		1 1 a	1 2 a	1 3 a	1 3 b	1 3 c	1 4 a	1 4 b	1 5 a	1 5 b	1 6 a	1 7 a	1 7 b	1 8 a	1 8 b	2 1 a	2 2 a	2 3 a	2 3 b	3 1 a	3 2 a	3 3 a	3 3 b	3 3 c	3 3 d
1.1.a	Influence institutionnelle																								0
1.2.a	Adéquation des formations à disposition																								0
1.3.a	Traitement des requêtes				2				2								2			2					8
1.3.b	Communication interne																								0
1.3.c	Capitalisation																								0
1.4.a	Gestion du personnel																			2					2
1.4.b	Gestion de la formation																			2					2
1.5.a	Capacités de gestion	2						2												1					5
1.5.b	Capacités de planification		2				2	2																	6
1.6.a	Capacités d'exploitation		2				2	2																	6
1.7.a	Maîtrise des technologies		2						2																4
1.7.b	Responsabilité contractuelle																								0
1.8.a	Appropriation																								0
1.8.b	Intégration économique						1														2				3
2.1.a	Approche méthodologique				2	2			2	2	1	2								1					1
2.2.a	Besoins d'exploitation								2	2	2	1				2		1		2					1
2.3.a	Qualité du suivi															1				2	2				5
2.3.b	Expertise pour l'optimisation		1				2	2																	5
3.1.a	Planification du budget	2							1													2		2	7
3.1.b	Capacité d'investissement	2							2																4
3.1.c	Valorisation															2		1							3
3.2.a	Dépendance à l'énergie															2								2	4
3.2.b	Optimisation énergétique															2		1							3
		6	7	0	4	2	7	8	5	6	2	4	2	2	0	9	2	0	3	11	3	4	0	4	

Le tableau 10 présente le classement des sous-critères en fonction du bilan des flux. Il permet de lever certains biais introduits par le classement inverse. En effet, le bilan des flux relativise la longueur des chemins en introduisant le nombre d'arcs d'influence.

**Tableau 10:**Classement des sous-critères en fonction du bilan des flux

CLASSEMENT DES SOUS-CRITERES EN FONCTION DU BILAN DES FLUX		
Classe	Sous-critère	
1	Adéquation des formations à disposition	
2	Autonomie institutionnelle	Gestion de la formation
3	Gestion du personnel	
4	Communication interne	Capitalisation Planification du budget
5	Responsabilité contractuelle	Appropriation
6	Optimisation énergétique	Valorisation
7	Capacités de planification ;	Capacités de gestion
8	Capacité d'investissement	
9	Maîtrise des technologies	
10	Intégration économique	Approche méthodologique
11	Capacités d'exploitation	Expertise pour l'optimisation Dépendance à l'énergie
12	Qualité du suivi	
13	Traitement des requêtes	
14	Besoins d'exploitation	

On peut remarquer que les 4 premiers sous-critères du domaine institutionnel sont les mêmes que pour le classement inverse. Les 6 éléments non influencés se retrouvent dans la première moitié du classement. Cela confirme les tendances observées plus haut.

Les sous-critères concernant le domaine de la gestion institutionnelle ont une influence déterminante illustrée par leur positionnement majoritaire dans le haut du classement. Parmi ceux-ci, l'adéquation des formations à disposition et l'autonomie institutionnelle arrivent toujours en tête.

Les sous-critères concernant le domaine de l'équilibre des ressources sont inclus dans les classes au milieu du classement. Ils font le lien entre le niveau de décision national et l'application des stratégies internes à l'office. On observe ici que le biais concernant la valorisation et l'optimisation énergétique introduit dans le classement inverse est levé. Cela permet un classement cohérent entre les sous-critères concernant l'équilibre des ressources.

Les sous-critères du domaine de la conception technique apparaissent en fin de classement. Ils sont plus représentatifs des difficultés pratiques rencontrées sur les stations et sont dépendants des éléments précités. Les sous-critères du domaine institutionnel et de l'équilibre des ressources qui sont en fin de classements sont aussi représentatifs de ces difficultés.

#### 5.1.6.4. Classement final

Le classement final est présenté au tableau 11. Il correspond à la moyenne entre le classement médian d'analyse de la longueur des chemins et le bilan des flux. Le classement présenté ici contient 18 classes. Il est construit selon la même logique que les tableaux précédents et présente les classes dans un étagement en ligne.

Ce tableau représente bien les nombreuses tendances discutées plus haut et n'est que peu entaché de biais. Il confirme la possibilité d'établir des catégories de sous-critères et propose une bonne structure pour élaborer les recommandations concernant la mise en place et la gestion des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange. Ces deux points sont développés aux sections 5.1.7 et 6.1 respectivement.

Tableau 11: Classement final des sous-critères

CLASSEMENT FINAL DES SOUS-CRITERES	
Classe	Sous-critère
1	Autonomie institutionnelle
2	Adéquation des formations à disposition
3	Planification du budget
4	Gestion de la formation
5	Valorisation
6	Capitalisation      Gestion du personnel
7	Communication interne      Optimisation énergétique
8	Appropriation
9	Responsabilité contractuelle
10	Capacités de gestion
11	Capacités de planification
12	Expertise pour l'optimisation      Capacité d'investissement
13	Maîtrise des technologies
14	Approche méthodologique
15	Capacités d'exploitation
16	Intégration économique      Dépendance à l'énergie
17	Qualité du suivi
18	Besoins d'exploitation      Traitement des requêtes

Le classement final présente la même structure entre les sous-critères des différents domaines que celle présentée à la section précédente. Elle confirme aussi les points suivants :

- L'autonomie institutionnelle a une influence primordiale. Elle devance de peu l'adéquation de la formation à disposition.
- L'importance du rayon d'influence de la planification du budget est présentée comme étant supérieure à celle de la capacité d'investissement.
- Le potentiel d'influence des sous-critères de valorisation, d'optimisation énergétique sont mis en évidence dans la première moitié du classement.
- Les sous-critères concernant les stratégies et les moyens mis en place en interne pour le fonctionnement général de l'office ainsi que la planification budgétaire et technique sont tous groupés au milieu du classement. Ils sont positionnés entre les éléments décidés au niveau national et ceux concernant l'exploitation des stations.



- Ces derniers sont situés en fin de classement. Les moyens mis à disposition pour l'amélioration de la situation sur place sont limités. Il s'agit donc de faire appel à des mécanismes représentés par des sous-critères classés plus haut.

Parmi les imprécisions, on retrouve les biais introduits par le classement inverse.

La capacité de gestion est classée après la communication interne, la capitalisation et la gestion du personnel et de la formation. Ceci s'explique parce que les deux indicateurs constituant le sous-critère de capacité de gestion n'influencent pas ces points.

Une autre irrégularité concerne la responsabilité contractuelle. Il est en effet illogique qu'elle soit classée à un niveau plus haut que la capacité de planification. Cela est dû au fait que les indicateurs de capacité de planification ou de capacité de gestion n'influencent pas le type de contrat demandé par les cadres ou les ingénieurs de l'ONAS.

Des modifications pour rétablir ces déséquilibres sont proposées à la section 5.1.8.

#### ***5.1.6.5. Comparaison entre les différents modèles de compréhension***

La comparaison entre le classement final et la pondération moyenne montre clairement que les indicateurs et sous-critères du domaine institutionnel auxquels les acteurs ont attribué un faible poids ne doivent pas être négligés. En effet, l'adéquation des formations à disposition dans le pays arrive tout en haut du classement alors que son poids moyen est en dessous de 4. De même, l'expertise pour l'optimisation se profile comme un point levier ayant une grande importance. Cela va à l'encontre du poids donné à ce sous-critère. Il s'avère donc que l'importance de ces points n'est pas suffisamment mise en avant dans les stratégies au Sénégal.

#### ***5.1.7. Définition des catégories de sous-critères***

La description des tendances et la caractérisation des sous-critères constituent des points importants dans le travail d'élaboration d'une méthodologie d'évaluation des facteurs de succès et d'échec du fonctionnement des stations de traitement.

Les 7 étapes d'analyse ont permis une compréhension suffisamment complète du système pour définir 6 catégories distinctes d'indicateurs. Elles sont représentatives du mode d'influence des sous-critères sur le système et ne suivent pas exactement les classes établies au classement final.

L'analyse de la corrélation et sa confrontation avec l'évaluation de la situation dans 5 stations au Sénégal permet de proposer les 6 catégories présentées ci-dessous avec une courte définition :

##### **1. Fondement organisationnel au niveau national :**

Les éléments de cette catégorie représentent les décisions influencées par la situation politique, l'organisation institutionnelle et l'importance donnée à l'assainissement au niveau national. Etant donné leur dimension nationale, ils déterminent tout le système et les moyens d'action pour les modifier sont limités.

## **2. Points leviers influençant le fonctionnement à tous les niveaux :**

Ces sous critères présentent l'énorme avantage de pouvoir influencer des décisions prises au niveau national à partir d'actions menées au sein même de l'office. Ils nécessitent des conditions favorables et dépendent des stratégies et des compétences clés de l'office. L'utilisation efficace des points leviers permet de démontrer le potentiel socio-économique de l'assainissement et de justifier le respect des conditions nécessaires pour le développement de ce domaine au niveau national.

## **3. Fondement organisationnel de l'office :**

Cette catégorie regroupe les points à aborder sous forme de stratégie lors de la définition ou redéfinition des règles de fonctionnement de l'office. Ils concernent des problématiques de communication internes ou externe. Les éléments considérés doivent être réfléchis parallèlement à ceux des catégories 2 et 4. Ils positionnent l'office dans ses relations avec la population et les prestataires et influencent fortement la distribution de l'information au sein de l'office, la qualité des études et la gestion de l'exploitation.

## **4. Compétences et moyens mis en place pour le fonctionnement de l'office :**

Les sous-critères de cette catégorie concernent les compétences du personnel travaillant pour l'office. L'attrait des personnes compétentes dépend des moyens financiers qui y sont destinés et de la formation à disposition dans la région. Les sous-critères de la catégorie 4 influencent de manière directe et forte les éléments des deux dernières catégories. Ils doivent donc constituer une priorité au sein de l'office.

## **5. Qualité des études :**

La cinquième catégorie est constituée de points critiques réunissant différents acteurs pendant l'étape de planification. Elle a une influence forte sur la qualité des infrastructures et des équipements des stations mises en place. Ses sous-critères constituent les moyens d'action les plus directs sur les performances de fonctionnement des stations.

## **6. Gestion pratique de l'exploitation des stations :**

Les sous-critères de cette catégorie représentent les objectifs inhérents à une station de traitement. Ils n'influencent pas de sous-critères mais définissent directement les performances du système étudié.

Ces catégories sont représentées selon un ordre correspondant à l'aire d'influence des sous-critères contenus dans les catégories. Par exemple, un sous-critère de la catégorie 4 a un potentiel d'influence sur un nombre inférieur de points qu'un sous-critère de la catégorie 2. Cependant, il se peut que l'élément appartenant à la quatrième catégorie influence de manière plus directe et plus forte certains points que l'élément de la deuxième catégorie. La troisième et la quatrième catégorie concernent des problématiques très proches. Leur aire d'influence est similaire.

L'ordre entre ces catégories n'implique pas nécessairement qu'un sous-critère contenu dans une catégorie supérieure influence un sous-critère d'une catégorie inférieure.

### 5.1.8. Liste finale d'évaluation

La liste d'indicateurs est présentée et discutée dans les sections suivantes. Les critères, sous-critères et indicateurs y sont numérotés selon leur hiérarchie au sein des classes mais sont présentés en fonction des catégories de sous-critères développées ci-dessus. La définition précise des critères, sous-critères, indicateurs et du barème est disponible à l'annexe 4 afin d'assurer une répétabilité optimale de la méthodologie d'évaluation.

#### 5.1.8.1. Indicateurs d'évaluation des performances

La liste finale des critères et indicateurs de performance est présentée au tableau 12. Elle reprend les éléments de la liste intermédiaire présentée à la section 5.1. Elle est complétée par des points permettant l'évaluation en fonction des objectifs d'un système de mise en place et de gestion des stations. Ces objectifs sont basés sur les indicateurs regroupés pour le diagramme de corrélation entre les indicateurs (section 5.1.5.1). Ils s'énoncent comme suit :

- adéquation des installations au contexte,
- durabilité des infrastructures,
- optimisation des taux épuratoires,
- minimisation des dépenses.

Tableau 12: Liste finale pour l'évaluation des performances

LISTE FINALE POIR L'EVALUATION DES PERFORMANCES				
Critère	Sous-critère		Indicateur	
Classe	Classe		Classe	
<b>Performances institutionnelles</b>	A	Adéquation des installations	A1	Réponse des installations au besoin des populations
	B	Durabilité des infrastructures	B1	Degré de priorité donné aux besoins d'exploitation
<b>Performances techniques</b>	C	Efficacité de traitement	C1	MES / DCO (WW) MS (FS)
			C2	HE / CF
	D	Bilan hydrique	D1	Volume de l'effluent traité / volume de la charge entrante
<b>Performances financières</b>	E	Contrôle des dépenses	E1	Dépenses d'exploitation totales / budget d'exploitation

Deux critères du domaine institutionnel sont ajoutés à la liste intermédiaire d'évaluation des performances. Ils sont évalués de manière plus qualitative que les autres indicateurs. L'équilibre des ressources est représenté par un indicateur économique englobant les dépenses énergétiques.

### 5.1.8.2. Indicateurs d'évaluation des facteurs de succès et d'échec

Un sous-critère et 3 indicateurs viennent compléter la liste intermédiaire validée par les cadres de l'ONAS et présentée à la section 5.1. De plus, 8 indicateurs sont reformulés afin de préciser certains points de vue, de mieux les intégrer dans la liste ou d'éviter des redondances. Ces éléments sont présentés en italique dans les tableaux 13 à 18 et justifiés ci-dessous. Tous les indicateurs et barèmes d'évaluation sont définis de manière précise à l'annexe 4.

**Tableau 13:** Liste finale d'indicateurs : fondement organisationnel au niveau national

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère		Sous-critère		Indicateurs	
Classe		Classe		Classe	
1.1	Statut institutionnel	1.1.a	Autonomie institutionnelle	1.1.a.i	Importance du service d'assainissement dans l'organigramme étatique
				1.1.a.ii	Autonomie liée au statut du service d'assainissement
		1.1.b	<i>Cadre juridique</i>	1.1.b.i	<i>Qualité de la base juridique en assainissement</i>
1.2	Formation dans le pays	1.2.a	Adéquation des formations à disposition	1.2.a.i	Accès à une formation sur les technologies adaptées au contexte
3.1	Equilibre financier	3.1.a	Planification du budget	3.1.a.i	<i>Type de budget voté pour le fonctionnement</i>
		3.1.b	Capacité d'investissement	3.1.b.i	<i>Capacité à mobiliser des fonds pour la mise en place d'infrastructures</i>

Le sous-critère 1.1.b (cadre juridique) intègre un nouveau point de vue dans l'évaluation des facteurs de succès et d'échec. Il paraît important que les conditions de travail, les activités et les objectifs de l'office soient réglementés de manière claire au niveau national. Ce point n'a pas été intégré dans l'étude de cas du Sénégal qui est doté de lois et de normes concernant l'environnement et le rejet d'eaux usées mais ne possède pas encore de base juridique solide pour l'assainissement. Ce point justifie les moyens mis à disposition de l'office de l'assainissement. Le barème proposé pour l'évaluation de cet indicateur et des suivants est développé à l'annexe 4. Il est déterminé au niveau national et doit donc être intégré dans la première catégorie concernant le fondement organisationnel au niveau national.

Les indicateurs 3.1.a.i et 3.1.b.i sont reformulés pour plus de clarté et afin de bien distinguer les deux bases financières que sont le budget de fonctionnement et la capacité à mobiliser les fonds d'investissement.

**Tableau 14:** Liste finale d'indicateurs: points leviers influençant le fonctionnement à tous les niveaux

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
2.3	Suivi, évaluation et optimisation	2.3.b	Expertise pour l'analyse et l'optimisation	2.3.b.i	Compétences pour la traduction des résultats en décision
				2.3.b.ii	Existence d'une collaboration avec un / des centres de recherche
3.1	Equilibre financier	3.1.c	Valorisation	3.1.c.i	Quantité vendue / quantité de matière produite
3.2	Equilibre énergétique	3.2.b	Optimisation énergétique	3.2.b.i	Energie renouvelable générée / besoin énergétique total

L'indicateur 2.3.b.ii (collaboration avec un / des centres de recherche) reprend une problématique précédemment développée dans le sous-critère d'adéquation des formations. Son changement de place dans la liste permet de l'intégrer de manière plus efficace. L'existence d'une collaboration avec un / des centres de recherche permet en effet d'élaborer des normes et des paramètres de dimensionnement en fonction du contexte et d'optimiser aussi bien les technologies que les pratiques d'exploitation ou de valorisation des sous-produits.

Le point 3.2.b (énergie renouvelable générée / besoin énergétique total) résulte de l'agrégation de ce dernier avec l'indicateur concernant la production d'énergie renouvelable pour les besoins de l'exploitation. Ces deux indicateurs reprenaient en effet un point de vue presque similaire.

**Tableau 15:** Liste finale d'indicateurs: fondement organisationnel de l'office

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
1.3	Processus décisionnel	1.3.b	Communication interne	1.3.a.ii	Poids de la hiérarchie
		1.3.c	Capitalisation	1.3.b.i	Fréquence de la communication interne
				1.3.b.ii	Gestion des interfaces entre les directions travaillant sur un projet
				1.3.c.i	Qualité et fréquence de la capitalisation des expériences techniques
				1.3.c.ii	Existence d'un service assurant l'harmonisation des procédures
1.7	Prestations des acteurs privés	1.7.b	Responsabilité contractuelle	1.7.b.i	Garantie offerte par les bureaux d'étude
				1.7.b.ii	Garantie offerte par les entreprises de construction
1.8	Intégration sociale	1.8.a	Appropriation	1.8.a.i	Niveau d'implication au processus décisionnel

L'indicateur 1.3.a.ii (poids de la hiérarchie) regroupe les points de vue des indicateurs concernant le nombre d'étages hiérarchique, la souplesse de décision laissée aux chefs de station et la fréquence de contrôle des chefs de services régionaux sur les stations.

Il s'agit d'évaluer ici la distribution des responsabilités au sein de la hiérarchie et les liens institutionnels entre les différents niveaux.

L'indicateur 1.3.b.ii (gestion des interfaces entre directions travaillant sur un même projet) résulte de l'agrégation entre la gestion des interfaces et l'intégration de la DEX (Direction de l'Exploitation) dans les processus de planification et de conception. Il permet de mieux prendre en compte la nécessité de faire collaborer toutes les directions impliquées dans un même projet.

Le sous-critère 1.3.c concernant la capitalisation est reformulé pour faciliter la différenciation entre l'importance de la capitalisation des expériences techniques pour les projets futures et l'harmonisation des procédures internes et contractuelles basée elle aussi sur des améliorations découlant d'expériences. Ce deuxième point permet d'introduire une influence sur le sous-critère de responsabilité contractuelle et de le replacer à un niveau du classement plus correct.

**Tableau 16:** Liste finale d'indicateurs: Compétences et moyens mis en place pour le fonctionnement de l'office

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
1.4	Gestion des Ressources Humaines	1.4.a	Gestion du personnel	1.4.a.i	Capacité à fidéliser les RH compétentes
				1.4.a.ii	Capacité de remplacement des employés
		1.4.b	Gestion de la formation	1.4.b.i	Facilité d'accès à des formations supérieures
				1.4.b.ii	Fréquence de la formation continue
1.5	Expertise au niveau de la direction	1.5.a	Capacités de gestion	1.5.a.i	<i>Compétences de management</i>
				1.5.a.ii	<i>Adéquation poste-profil des employés</i>
				1.5.a.iii	Connaissance des directeurs sur les ouvrages d'assainissement
		1.5.b	Capacités de planification	1.5.b.i	Nombre de projet par ingénieur
				1.5.b.ii	Expérience des ingénieurs pour le suivi de projets
				1.5.b.iii	Transparence des procédures d'attribution des marchés
				1.5.b.iv	Qualité du suivi des travaux
1.6	Expertise des services d'exploitation	1.6.a	Capacités d'exploitation	1.6.a.i	Niveau de compréhension des procédés
				1.6.a.iii	<i>Qualité du plan de maintenance</i>

Un nouvel indicateur est ajouté pour compléter le sous-critère de capacité de gestion et lever l'irrégularité présentée à la section 5.1.6.4. L'indicateur 1.5.a.i introduit la nécessité pour l'office d'être géré par des personnes compétentes dans la gestion d'entreprise. Il concerne principalement les cadres de la Direction Générale, de la Direction Administration et Finances, de la Direction Commerciale et de la Direction des Ressources Humaines.

L'indicateur 1.5.a.ii concernant l'adéquation poste-profil des responsables de direction a été élargi à tous les employés de l'office. Les problèmes rencontrés sur des stations où des entreprises de sécurité sont engagées pour l'exploitation n'étaient pas pris en compte dans la liste intermédiaire.

Les compétences en matière d'exploitation doivent inclure aussi bien la compréhension des procédés d'épuration que la gestion des infrastructures et de la maintenance. L'indicateur 1.6.a.iii (qualité du plan de maintenance) est introduit afin de tenir compte de ce dernier point important.

Tableau 17: Liste finale d'indicateurs: Qualité des études

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère	Sous-critère	Indicateur			
Classe	Classe	Classe			
1.7	Prestations des acteurs privés	1.7.a	Maîtrise des technologies	1.7.a.i	Expériences dans le domaine
1.8	Intégration sociale	1.8.b	Intégration économique	1.8.b.i	Compensation économique
2.1	Qualité des études préliminaires	2.1.a	Qualité de l'approche méthodologique	2.1.a.i	Qualité des études de terrain et adéquation des paramètres de dimensionnement
				2.1.a.ii	Adaptation des options techniques aux contraintes et opportunités locales

L'indicateur concernant la qualité des études préliminaires est simplifié afin de ne présenter qu'une seule fois chaque point de vue.

Le nouvel indicateur 2.1.a.i concerne la manière de mener les études et les moyens utilisés pour prendre en compte les particularités locales.

L'indicateur 2.1.a.ii concerne la prise en compte des opportunités et des contraintes locales de manière conjointe. Ces deux éléments évaluent l'intégration du contexte local par rapport aux problématiques que sont la géologie, le climat, la disponibilité en main d'œuvre, l'activité économique, l'agencement technologique et les besoins en énergie

Tableau 18: Liste finale d'indicateurs: Gestion pratique de l'exploitation des stations

LISTE FINALE D'INDICATEURS : FONDEMENT ORGANISATIONNEL AU NIVEAU NATIONAL					
Critère	Sous-critère	Indicateur			
Classe	Classe	Classe			
1.3	Processus décisionnel	1.3.a	Traitement des requêtes	1.3.a.i	Temps de réponse à une requête des techniciens
2.2	Gestion des contraintes d'exploitation	2.2.a	Réponse aux besoins d'exploitation	2.2.a.i	Disponibilités des pièces de rechange dans le pays
				2.2.a.ii	Existence d'un magasin fourni en pièces courantes sur place
				2.2.a.iii	Fréquence des travaux de réparation
				2.2.a.iii	Dépendance aux prestations externes
2.3	Suivi, évaluation et optimisation	2.3.a	Qualité du suivi	2.3.a.i	Fréquence d'analyse
				2.3.a.ii	Existence d'un laboratoire équipé sur place
3.2	Equilibre énergétique	3.2.a	Dépendance à l'énergie artificielle	3.2.a.i	Coût énergétique / coût total des dépenses d'exploitation

## 5.2. Etat des lieux

L'état des lieux est effectué sur la base de la liste intermédiaire présentée à la section 5.1. Il donne un aperçu complet de la situation dans les 5 stations visitées.

La compréhension globale résultant de l'évaluation de ces stations et de la situation au Sénégal par le biais de la liste d'indicateurs valide l'exhaustivité de la liste et sa représentativité.

De plus, les observations faites pendant l'étude de cas concordent avec les tendances observées lors des étapes d'analyses. La combinaison des informations apportées par l'état des lieux avec les catégories de sous-critères définies à la section 5.1.7 permet donc l'élaboration de recommandations complètes et cohérentes.

### 5.2.1. *Evaluation des performances de l'ONAS*

#### 5.2.1.1. *Performances techniques*

##### **A: Efficacité de traitement**

Durant l'année 2008, avec une concentration moyenne en MES de 25 mg/l, les eaux traitées à l'étage secondaire de la STEP de Cambérène sont conformes à la norme sur le rejet des eaux usées. En revanche, la moyenne annuelle de la concentration de DCO mesurée à la sortie des bassins s'établit à 109 mg/l, ce qui est au dessus de la norme (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, 2001), (ONAS / Direction de l'Exploitation, 2009). Il faut cependant considérer que 21.8 % du volume total d'eau arrivant à la station est by-passé. Ainsi, les eaux rejetées à l'exutoire ne répondent pas à la norme de rejet.

À Thiès, les normes sont respectées pour les MES mais pas pour la DCO. La moyenne des concentrations à la sortie des lagunes est respectivement de 12 mg/l et 84 mg/l. Il faut rappeler que les performances épuratoires pourraient changer une fois la charge nominale atteinte.

À Rufisque, l'impact de la STBV est tel que les concentrations dépassent largement la norme aussi bien pour les MES que la DCO. Les moyennes annuelles pour ces deux paramètres sont de 187 mg/l et 407 mg/l. Il faut signaler que 13.8% du volume total de la STEP provient de la STBV (ONAS / Direction de l'Exploitation, 2009).

##### **B: Bilan hydrique**

La station pour laquelle l'évaluation du bilan hydrique est la plus mauvaise est la STEP de Cambérène. En effet, 21.8 % du volume total entrant est directement by-passé et 34.9 % de ce même volume ne subit que l'étage de traitement primaire (ONAS / Direction de l'Exploitation, 2009).

L'ensemble des eaux arrivant à la STEP de Rufisque passent par le circuit de lagunes.

Les volumes by-passés à la station de Thiès n'ont pas été enregistrés. Selon des estimations, quelques 150 à 200 m<sup>3</sup> sont directement by-passés dans les lagunes les jours de grosses pluies. Etant donné le nombre restreint de jours de pluies et le fait que ces eaux subissent un traitement lors de leur passage dans les lagunes, on peut estimer que les taux épuratoires moyens ne subissent que des variations négligeables.



### **5.2.1.2. Performances économiques**

#### **C: Contrôle des dépenses**

Selon les estimations actuelles, les charges d'exploitation de la STEP de Cambérène vont dépasser le budget prévu pour 2009. Pour cette station comme pour les autres, certaines DA (demande d'achat) ne sont pas acceptées pour des raisons financières. On peut donc considérer que toutes les STEP étudiées présentent un rapport entre les dépenses et le budget d'exploitation supérieur à 1.

La situation des STBV est meilleure, puisque les taxes de dépotage perçues permettent de soutenir l'ensemble des charges d'exploitation courantes. Selon les estimations faites par la DCC (Direction Commerciale et de la Clientèle), les STBV de Cambérène et de Rufisque ont dégagé des bénéfices de 8'143'230 FCFA (12'414 Euros) et 11'323'500 FCFA (17'263 Euros) respectivement. (ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, 2008)

### **5.2.2. Facteurs institutionnels**

#### **5.2.2.1. Statut institutionnel**

##### **1.1.a : Autonomie Institutionnelle**

Il est intéressant de remarquer que le statut institutionnel de l'ONAS semble aussi bien lui apporter des avantages décisifs que des handicaps.

De nombreux acteurs s'accorde à dire que la réforme du secteur de l'eau en 1995 et la création de l'ONAS en 1996 lui a permis l'autonomie nécessaire pour développer l'assainissement dans le pays (Ndaw, 2009). Cette première réforme a apporté à l'office les dimensions importantes de planification et de suivi des projets. Pour la première fois le secteur de l'assainissement a été hissé au même niveau que le service gérant l'eau potable dans l'organigramme étatique.

Si l'assainissement a été porté à un niveau de priorité plus haut en 1996, son statut ne lui permet pas pour autant une autonomie totale. Le fait d'être un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) a un impact sur la gestion des ressources humaines, les procédures au sein de l'office, les choix techniques. De plus, ce statut ne met pas l'office à l'abri des pressions politiques. Ces points sont discutés aux sections 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4. En revanche, les avis divergent quant à l'impact du statut EPIC sur les investissements nécessaires au développement et à la réhabilitation des infrastructures d'assainissement. En effet, il a pour avantage d'éviter à l'office le remboursement du service des dettes contractées. En même temps, l'ONAS bénéficie du BCI (Budget Consolidé d'Investissement) et des investissements mobilisés par l'Etat qui fait face à d'autres priorités parallèlement.

#### **5.2.2.2. Qualité de la formation dans le pays**

##### **1.2.a : Adéquation des formations à disposition**

L'Afrique de l'Ouest ne dispose pas d'universités ou de centres de formation supérieure spécialisés dans le domaine de l'assainissement autre que le 2iE, situé à Ouagadougou, au Burkina Faso. Au Sénégal, quatre centres ISE (Institut des Sciences de l'Environnement), ESP (Ecole Supérieure Polytechnique), ENEA (Ecole Nationale d'Economie Appliquée), ENDESS (Ecole Nationale de Développement Sanitaire et Social) abordent la problématique de l'assainissement mais aucun curricula spécialisé dans ce domaine n'existe.

Les personnes formées dans ce domaine ont pour la plupart effectué une partie de leurs études en Europe où les sujets sont abordés en fonction du contexte socio-économique et climatique européens.

L'enseignement ne répond pas de manière ciblée aux besoins des pays ouest-africains. Ce point peut influencer les compétences du personnel de l'ONAS et les choix techniques effectués à la conception des stations.

#### **1.2.b : Collaboration avec les instituts de recherche et de formation**

L'ONAS ne bénéficie pas de partenariat avec des instituts de recherche qui pourraient être d'un grand apport pour le dimensionnement et l'optimisation des installations. Le nombre de visites d'écoles et de recherches menées sur les stations est moyen à Rufisque et relativement important à Dakar et Thiès qui reçoivent plus de 10 visites par an. Les recherches menées dans les STBV sont en grande partie initiées dans le cadre du projet de collaboration ONAS / Eawag / Sandec financé par la fondation Velux..

### **5.2.2.3. Efficacité du processus décisionnel**

#### **1.3.a : Traitement des requêtes**

Le traitement des requêtes émanant des techniciens travaillant sur les stations apparaît comme un point faible de l'ONAS aux yeux de nombreux employés. Plusieurs dysfonctionnements importants observés pendant la collecte des données résultent directement de ce problème. On peut citer en exemple les 4 cas suivants :

- A Cambérène le groupe gaz est en panne depuis août 2008, entraînant le rejet dans l'atmosphère du biogaz produit (ONAS / Direction de l'Exploitation, 2008). Le potentiel de valorisation du biogaz en électricité est passé d'environ 25% à 0%. Les charges d'électricité de la station ont ainsi subi une augmentation d'environ 10 millions de Francs CFA (15'244 Euros) par mois. Cette situation fait suite à des demandes d'achat répétées qui n'ont pas été honorées.
- Les bassins de décantation des STBV n'ont pas été curés entre novembre 2008 et mai 2009. Sur 5 hydrocureurs appartenant à l'ONAS, les 3 fonctionnels sont utilisés pour la maintenance du réseau suite à l'échéance du contrat avec l'entreprise privée qui en était chargée jusqu'alors. Il en résulte une situation catastrophique à Rufisque et à Cambérène où les boues en fond de bassin des STBV se sont compactées. Les pompes ne sont plus capables de les acheminer vers les lits et l'ensemble des boues de vidange est envoyé sans décantation vers les STEP. Leurs performances épuratoires sont fortement diminuées (ONAS / Direction de l'Exploitation, 2009).
- Le fonctionnement et la durabilité de la STEP de Rufisque est aussi mis en danger par la colonisation des végétaux sur les berges et dans les bassins de lagunage, et ce malgré des demandes de travaux faites depuis des années.
- A Thiès, une demande pour un joint de raclage des déshuileurs a été faite fin 2008. Lors de la visite de cette station, cette demande n'avait toujours pas été transmise au prestataire. Si le joint à changer lâche avant son remplacement, les huiles passeront vers les bassins à boues activées, ce qui peut sérieusement entacher les performances épuratoires.

Le nombre d'étages hiérarchique par lesquels les demandes doivent passer pose problème mais n'explique pas à lui seul les retards ou le manque de réponse à certaines requêtes.

Un mécanicien observant une panne à Cambérène transmettra une demande transitant par le chef de division, le chef de service avant d'arriver à la DEX, au Service des Approvisionnements, à la DAF et d'être validé par le Directeur Général.

Ce sont donc 6 étapes qui séparent le technicien du DG contre 4 pour les STBV. A ces étapes s'ajoutent encore les consultations d'entreprises ou appels d'offres pour des demandes dépassant 3 millions de Francs CFA (ONAS, 2005).

Pourtant, les demandes émanant des STBV ne sont pas traitées plus rapidement que celles des STEP. Cela s'explique probablement par l'attribution de la gestion des stations de traitement de boues de vidange à la DCC qui n'est pas une direction technique.

### **1.3.b : Communication interne**

La communication interne est un moteur décisif pour une structure comme l'ONAS. Ainsi, une réunion de coordination est organisée chaque jeudi pour tous les cadres. S'ils paraissent positifs, ces rendez-vous hebdomadaires ne suffisent pas à assurer une circulation optimale des informations au sein de l'ONAS. En effet, il n'est pas rare que les cadres se désistent de ce rendez-vous où tous les sujets ne peuvent être abordés.

Parallèlement, il est important que tous les acteurs entrant en jeu dans un projet soient impliqués dans la conception et le suivi de celui-ci. L'ONAS est segmenté en 5 Directions toutes concernées par la mise en place et la gestion des stations. La communication entre plusieurs services dépend beaucoup de l'entente entre les agents. Pour pallier à cela, certains bailleurs de fonds demandent la mise en place de cellules de coordination réunissant un représentant de la DET, de la DEX et un coordonateur désigné par le bailleur. Cela a été le cas pour la deuxième extension de la STEP de Cambérène financé par la BAD. La mise en place de cette cellule semble avoir des effets positifs sur les projets mais ne suffit pas toujours à estomper les différends personnels ou à prévoir tous les problèmes liés à l'exploitation.

### **1.3.c : Capitalisation**

L'ONAS a fonctionné pendant des années sans procédure définie pour la capitalisation des expériences accumulées au cours des projets. Cela constitue un handicap majeur vu que les erreurs sont répétées plusieurs fois. Par exemple, les difficultés à convaincre les ménages de se raccorder au réseau rencontrées à Thiès avaient déjà été observées dans le cas de Cambérène. De plus, le déroulement des projets dépend fortement de la personne qui le mène et de son expérience.

Malgré quelques efforts récents au sein des directions, la capitalisation reste faible dans les services. En effet, des rapports annuels d'activité sont généralement rendus aux chefs de direction. Ils ne répertorient pas les problèmes rencontrés, la manière de les traiter, les résultats et conclusions tirés de ces expériences. Ainsi, les échanges d'expériences entre les services régionaux ou entre les chefs de projets sont faibles et les difficultés pratiques rencontrées par les exploitants sont mal communiquées pour la conception et le suivi des études. L'ONAS ne possède pas de guide technique définissant les points à prendre en compte pour chaque type d'installation.

Deux structures relativement nouvelles répondent au besoin urgent de capitalisation au sein de l'ONAS. La mise en place du Service Qualité a fortement contribué à harmoniser et optimiser les procédures internes. Installé pour les besoins de la certification ISO 9000, ce service constitue probablement un des facteurs de succès de l'ONAS, obligeant chaque employé à s'organiser en fonction d'objectifs clairement définis.

La mise en place de la Cellule Suivi Evaluation et Capitalisation des Projets de la DET devrait permettre la rédaction de guides techniques et de recommandations prenant en compte des difficultés rencontrées dans les projets précédents.

L'installation de cette cellule est trop récente pour en mesurer l'apport. Des outils de travail comme le manuel de procédure et le plan d'assurance qualité sont actuellement préparés par l'ingénieur responsable de ce service. Il serait intéressant d'impliquer les deux directions techniques que sont la DET et la DEX dans une telle cellule afin d'assurer aux projets un bon suivi au niveau des études et travaux et une exploitation efficace et simple.

#### **5.2.2.4. *Gestion des ressources humaines***

##### **1.4.a: Gestion du personnel**

La gestion du personnel est un problème important influencé par le statut et le manque de ressources pour le fonctionnement de l'office. L'ONAS n'a pas la capacité d'engager comme employé toutes les personnes travaillant dans ses services. Sa masse salariale est limitée et doit être validée par le conseil d'administration. À la fin 2008, l'ONAS comptait un personnel de 180 agents gérés par le service des ressources humaines. S'ajoutent à ces employés 49 personnes sous contrats de prestation et environ 250 journaliers dont une bonne partie est engagée toute l'année. Ces 300 personnes sont gérées par la DAF et ne sont pas soumises au respect des procédures ou de la hiérarchie de la même manière que les employés engagés de manière fixe par l'ONAS.

Le fait que presque les 2/3 des personnes travaillant pour l'ONAS ne soient pas liées par un contrat durable pose un problème pour la fidélisation du personnel compétent. En effet, un journalier ou un prestataire se sentira libre de quitter l'ONAS s'il trouve un emploi plus stable. À ce problème de fidélisation s'ajoute le fait que l'ONAS ne propose pas des salaires attrayants en comparaison au secteur privé. Malgré les quelques facilités offertes à l'engagement (prise en charge médicale, gratuité de l'eau, primes), même les agents employés bénéficiant d'un contrat fixe sont tentés d'y travailler pour acquérir de l'expérience pendant quelques années avant d'aller chercher un meilleur salaire dans une autre entreprise. Ce point constitue un facteur d'échec important car les compétences manquent pour la gestion des stations. L'ONAS est donc contraint d'engager des personnes possédant un niveau d'étude en deçà du niveau recherché. De plus, toute personne qui quitte l'office génère une perte d'expertise au sein de l'ONAS.

Il arrive que des employés changent d'affectation sans être remplacés dans leur poste initial pour parer au plus urgent sans augmentation de masse salariale. Ce cas est observé à Rufisque où le mécanicien de la STEP a été affecté au garage de Cambérène sans être remplacé depuis plus d'une année. Le site des stations de Rufisque ne dispose plus d'aucun mécanicien et toutes les réparations doivent faire l'objet de demandes de travaux dont le temps de réponse a été traité au point 9.2.b.iii.

Le service des ressources humaines est doté de plusieurs textes réglementant l'engagement de nouveaux employés et les remplacements. Ces derniers devraient être effectués sur la base des compétences en favorisant la compétition en interne. Malheureusement, il arrive que ces procédures ne soient pas respectées et que des personnes externes soient engagées sans concertation suffisante au niveau de la DRH (Direction des Ressources Humaines).

#### **1.4.b : Gestion de la formation**

Le processus de mise en place des formations continues souffre aussi d'irrégularités. Un plan de formation est mis en place chaque année sur la base des besoins exprimés par les directions, mais des formations non planifiées sont organisées en parallèle. Cela pose un important problème de coordination et diminue les fonds disponibles pour les formations désignées comme prioritaires. S'ajoutent à ces difficultés le fait que les journaliers et prestataires ne bénéficient pas des formations continues et que le budget alloué à ces dernières, fixé officiellement à 2% du budget de fonctionnement de l'ONAS (<sup>[1]</sup>ONAS, 2008), dépend en réalité majoritairement des fonds libérés par les bailleurs.

Les formations supérieures étaient facilitées jusqu'en 2008 pour certains employés de l'ONAS. Cependant, le nouveau plan de formation exclu ces dernières jugées trop coûteuses. Cela pourrait poser d'importants problèmes à un office qui n'a pas la capacité d'engager les personnes présentant les compétences ciblées. Les nombreux employés qui ont réalisé des formations diplômantes sont un gage de bonne gestion et de bon suivi pour les stations.

### **5.2.2.5. *Qualité d'expertise au niveau de la direction***

#### **1.5.a : Capacités de gestion**

L'adéquation poste - profil des responsables de direction est satisfaisante dans l'ensemble. Malgré cela, quelques remarques peuvent être faites car certains postes ont été pourvus en interne alors qu'il aurait été préférable d'agir par appel d'offre public.

Un autre point entache la distribution des responsabilités au sein de l'ONAS. En effet, la DCC (Direction Commerciale et de la Clientèle) est responsable des STBV alors que la vocation de cette direction n'est pas l'exploitation (ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, 2008). Cela pose de sérieux problèmes pour l'exploitation de ces stations car les services spécialisés dans le suivi et la maintenance sont centralisés à la direction de l'exploitation qui n'est pas responsable des STBV. À Rufisque, le chef du service régional et le chef de station traitent certaines demandes afférant à la STBV même s'ils n'en sont pas officiellement responsables. Ce cas illustre un manque de clarté au niveau hiérarchique.

Le manque d'efficacité et de réponse aux besoins prioritaires liés à l'exploitation dans le traitement des demandes semble découler d'un manque de compréhension entre les directions et les services régionaux. D'une part, certaines demandes ne précisent pas assez la nécessité urgente d'une pièce. D'autre part, il arrive que des demandes dont l'importance a été clairement annoncée ne soient pas traitées en priorité. Cependant, tous les employés récemment engagés ont suivi un programme d'intégration des nouveaux agents incluant des visites dans les stations pour les cadres. Les lacunes proviennent donc probablement du manque de formation en matière d'assainissement et d'information sur les paramètres de traitement au niveau des directions.

La capacité à répondre aux conditions imposées par les bailleurs de fonds dépend de l'ONAS et de l'Etat en fonction de l'objet des requêtes.

Lors du récent projet d'extension de la station de Cambérène, l'Etat n'a pas satisfait les demandes faites concernant l'augmentation de la redevance assainissement. Cependant, le projet a été mis en danger de manière plus importante par le retard accusé par l'ONAS entre l'accord de crédit signé en 2001 et la mise en place de la cellule de coordination en 2004. Le projet avait déjà été inscrit en annulation par les bailleurs de fonds.

Les points forts de l'ONAS dans sa relation avec ces derniers est la confiance qu'ils ont envers l'office, la transparence des comptes récemment améliorée et le suivi des projets.

### 1.5.b. Capacités de planification

La conception et la mise en place des stations de traitement souffrent de certains désaccords entre les deux directions techniques. Les exploitants regrettent certains choix techniques impliquant des difficultés pratiques tandis que les responsables de projets dénoncent un manque de rapidité lors de la validation des documents par la direction de l'exploitation. Le problème à ce niveau semble être d'ordre organisationnel. En effet, les deux directions techniques travaillent sur les mêmes projets sans système de capitalisation des observations faites d'un côté ou de l'autre.

Les difficultés rencontrées à la conception des projets sont aussi liées aux ressources humaines limitées pour le suivi des projets et à la pression importante qui pèse sur les ingénieurs de la DET. Il est fréquent de voir un ingénieur suivre plus de 3 projets importants à la fois et devoir contrôler des études touchant des domaines aussi variés que la géologie, la sociologie, l'hydraulique, le génie civil et l'assainissement.

Les ingénieurs employés pour le suivi des études et des travaux ont dans l'ensemble une bonne expérience dans la conception de projets et plusieurs années de fonction au sein de l'office. En revanche, il reste à déplorer que ces derniers manquent de formation solide dans le domaine spécifique de l'assainissement.

Certains acteurs privés ont identifié le manque de transparence dans l'attribution des marchés comme un des points faibles de l'ONAS. Des dossiers dont la proposition ne considère pas suffisamment le contexte local peuvent être préférés à d'autres, ce qui entache la qualité du projet final et peut entraîner des coûts importants lors de l'exploitation. De même, le suivi des travaux semble parfois souffrir d'un défaut de prise en compte des remarques faites par le maître d'œuvre.

## 5.2.2.6. *Qualité d'expertise des services d'exploitation*

### 1.6.a : Capacités d'exploitation

Le niveau de compréhension des procédés de traitement des employés travaillant dans les stations est insatisfaisant. Ce point constitue une des faiblesses principales touchant directement à la gestion des stations de traitement. En effet, si les chefs des services régionaux contactés ont tous des formations complètes, les chefs de station présentent des profils allant du simple électricien à l'ingénieur électromécanicien en formation. Certains ont bénéficié de modules de formation liés à des projets, tandis que d'autres n'ont pas eu accès à des formations sur les processus de traitement. Les techniciens et manœuvres manipulant les installations ont aussi suivi des formations différentes.

L'exemple de Rufisque peut être cité pour la faiblesse des moyens humains qui y sont déployés. En effet l'ONAS confie son site de traitement à un personnel majoritairement employé en tant que prestataire ou journalier et n'ayant effectué presque aucune formation en assainissement. Cela explique probablement en partie le manque d'entretien et la colonisation des plantes sur l'ensemble du site.

Un autre point important pour le bon fonctionnement des stations est la souplesse laissée aux chefs de station. À l'ONAS, ces derniers ont une liberté d'action assez grande en ce qui concerne la gestion des processus de traitement. Cependant, les chefs de STBV ne disposent d'aucun budget pour répondre aux besoins matériaux de base liés à l'exploitation (vêtements, brouettes, pelles, etc.). Chaque achat doit suivre les procédures de demande auprès de la Direction Générale.

Les chefs des services régionaux responsables des STEP se voient attribuer un budget de 250'000 FCFA (381 Euros) par mois pour répondre à ces besoins matériels. Cette somme limitée permet de soulager certaines contraintes.

À Rufisque, une partie du budget est allouée au paiement des femmes de ménages et les caisses locales ne sont pas réapprovisionnées suffisamment régulièrement. Au vu de cette situation, une bonne partie des services se voient dans l'obligation d'effectuer certains achats avant d'avoir reçu les bons de commande pour assurer la bonne marche des stations.

Dans l'ensemble, les chefs des services régionaux se rendent quotidiennement dans les stations. Cela semble favoriser une bonne responsabilisation des techniciens car le chef de Service possède une vision plus générale du système et pousse les employés à atteindre les objectifs fixés par la direction. Cela n'est pas le cas à Rufisque où le chef de service ne contrôle la bonne marche des stations que de manière aléatoire.

### **5.2.2.7. *Qualité des prestations des acteurs privés***

#### **1.7.a : Maîtrise des technologies**

Les bureaux d'étude engagés comme maître d'œuvre ont dans l'ensemble une bonne expérience au vu du faible nombre d'installations d'assainissement dans le pays. Ils s'organisent en partenariat avec des bureaux étrangers pour certaines étapes de dimensionnement ou de choix concernant les infrastructures complexes

#### **1.7.b : Qualité du service**

Les avis divergent face au travail des bureaux d'études. Certains agents sont satisfaits tandis que d'autres déplorent plusieurs problèmes dans la conception et le dimensionnements. Certaines difficultés rencontrées par l'exploitant découlent aussi des choix techniques effectués par les bureaux européens. Ils ne sont pas suffisamment adaptés au contexte, surtout en termes de consommation d'énergie.

La satisfaction des acteurs interrogés à l'ONAS et dans les bureaux d'étude varie en ce qui concerne le travail effectué par les entreprises de construction. Certaines semblent être très compétentes et rigoureuses dans leur travail, tandis que d'autres manquent d'expérience dans la construction des stations et ne suivent pas suffisamment les recommandations faites par le maître d'œuvre. Cette lacune pourrait être réglée par une meilleure attribution des marchés.

#### **1.7.c : Responsabilité contractuelle**

Lors de la mise en place des stations, la plus grande partie de la responsabilité est endossée par les entreprises de construction. La plupart offrent un an de garantie sur l'ensemble des installations et 10 ans sur le gros œuvre. Certaines, offrent aussi un Plan d'Assurance Qualité pour lequel les études sont garanties et vérifiées auprès d'autres bureaux spécialisés.

Les bureaux d'études n'offrent presque pas de garantie. Certaines erreurs effectuées au niveau de la conception peuvent même être reportées sur la responsabilité des entreprises de construction qui effectuent les études finales et les plans de construction. Plusieurs personnes interrogées pensent que la mise en place d'une garantie sur la qualité des études pourrait être un gage de responsabilisation et de motivation pour les bureaux d'études.

### **5.2.2.8. *Intégration Sociale***

#### **1.8.a : Appropriation par les populations**

Le niveau d'implication des populations dans le processus de mise en place des stations de traitement est très faible pour l'ensemble des projets de l'ONAS. Seule des études sociologiques sommaires sont menées et le choix des technologies ne fait pas l'objet de concertation auprès des populations.

Plusieurs agents de l'ONAS considèrent que ce point n'est pas prioritaire. Cependant, des difficultés majeures ayant fortement affecté le fonctionnement des stations ont été observées.

En 2000, la population du village de Cambérène s'est révoltée contre la station, se plaignant des eaux rejetées sur la plage bordant le village alors que ses quartiers n'étaient pas assainis. L'exutoire a été bouché, ce qui a entraîné des inondations importantes et l'arrêt de toutes les installations.

D'autres difficultés sont rencontrées à Thiès où les populations n'avaient pas été suffisamment consultées et sensibilisées, ce qui a entraîné un taux de raccordement au réseau collectif inférieur aux prévisions. La station de traitement des eaux de cette ville fonctionne à 12% de sa charge nominale.

#### **1.8.b : Intégration économique**

Le niveau d'intégration des stations de l'ONAS est faible. En effet, de très rares efforts sont faits pour favoriser la vente des sous-produits ou leur mise à disposition pour les populations.

À Rufisque, il avait été prévu de revendre les eaux traitées à des maraîchers qui devaient s'installer sur les terres bordant la station mais ces parcelles ont été construites entre temps.

À Thiès, des agriculteurs installés sur la zone où sont rejetées les eaux traitées bénéficient gratuitement de cette ressource. Cette valorisation n'est pas contrôlée par l'ONAS.

Les boues des STBV ne sont pas valorisées. Elles sont stockées pendant l'année et envoyées à la décharge pendant la saison des pluies. Seules les boues de la STEP de Cambérène sont vendues.

La station de Cambérène ne vend que quelques 500 m<sup>3</sup> d'eau par jour sur les 5'700 qui peuvent être traités au niveau tertiaire pour réutilisation (Direction de l'Exploitation, 2009).

En dehors de cela, l'ONAS ne favorise pas particulièrement l'emploi de main d'œuvre des quartiers voisins.

### **5.2.3. *Facteurs Techniques***

#### **5.2.3.1. *Qualité des études préliminaires***

##### **2.1.a : Qualité de l'approche méthodologique**

Malgré la collaboration entre les bureaux d'études locaux et les bureaux étrangers, les études de terrain pour déterminer les charges à traiter et assurer une bonne intégration du projet dans le contexte sont souvent insuffisantes. Les problèmes liés à l'intégration sociale, à la surcharge ou la sous-charge des stations auraient pu être évités par des études plus approfondies.

À ce problème s'ajoute le fait que le dimensionnement est basé sur des formules calées le plus souvent sur le contexte européen ou en fonction d'études effectuées dans d'autres pays.

Le contexte sénégalais est particulier et les paramètres de dimensionnement devraient être ajustés en fonction des caractéristiques de ce dernier. On sait par exemple que les boues de vidange de Dakar sont beaucoup plus diluées que celles récoltées en Europe ou au Ghana.



De même, le sol des trois villes étudiées est en grande partie sableux, ce qui doit être pris en compte dans le dimensionnement.

Le Sénégal bénéficie d'un climat chaud et ensoleillé la majeure partie de l'année, les espaces disponibles en bordures des villes principales sont vastes, hormis à Dakar. Ces avantages devraient être mis à profit lors de la conception.

Cela optimiserait les choix techniques et l'exploitation et répondrait au grand potentiel de réutilisation des sous-produits auprès d'une population d'agriculteurs importante.

Les contraintes locales pourraient aussi être mieux intégrées dans le choix technique. Ces contraintes sont constituées par la disponibilité limitée en électricité, le coût élevé de cette énergie, la faible disponibilité de personnes compétentes pour l'exploitation et le manque de pièces de rechange pour ces dernières. Si la prise en compte des opportunités constitue un facteur potentiel de succès dont l'ONAS ne profite pas assez, le manque de considération des contraintes pose des problèmes importants dans l'exploitation des stations. En effet, les charges d'électricité des stations à boues activées mobilisent une part importante du budget restreint de l'ONAS, tout comme les pièces de rechange de ces stations qui prennent du temps à l'importation.

### **5.2.3.2. Gestion des contraintes d'exploitation**

#### **2.2.a : Flexibilité de l'agencement technique**

La sensibilité aux variations de charge dépend du type d'installation de traitement. Les installations des STBV sont très peu sensibles aux variations de charge. Seuls le taux de séparation solide / liquide des bassins de décantation est affecté. De même, les lits de séchage peuvent recevoir des quantités variables de boues.

En revanche, les eaux chargées sortant de ces stations peuvent avoir des impacts importants sur les STEP.

Les files de traitement les plus sensibles des STEP sont les boues activées car la survie de la biomasse dépend de la caractérisation physico-chimique des eaux.

Il semble positif d'avoir plusieurs lignes de traitement en parallèle. À Cambérène, le fait d'avoir deux files de traitement a permis de repeupler avec les boues de la deuxième file le bassin de la première file. La biomasse de cette dernière était morte suite à la circulation des eaux de la gazière chargées d'éléments toxiques.

L'agencement technique installé à Thiès permet un peu plus de souplesse grâce au couplage des boues activées avec les lagunes. En effet, une série de lagune peut-être utilisée pour des eaux présentant des caractéristiques néfastes pour la biomasse des boues activées. Ainsi, seul le taux épuratoire est affecté, sans mettre en péril le fonctionnement des installations.

La STEP de Rufisque présente le choix technologique le plus simple. Malgré la forte dégradation de son taux épuratoire à cause des dysfonctionnements de la STBV, les lagunes continuent leur action de traitement sur les eaux et les boues qui les alimentent.

Pour les stations de Thiès et de Rufisque, il pourrait être avantageux de mettre un décanteur primaire pour parer à d'éventuelles arrivées de boues ou d'eaux dont les caractéristiques sont néfastes pour les étapes suivantes.

#### **2.2.b : Réponse aux besoins d'exploitation**

Tous les chefs de service et de station interrogés ont désigné la disponibilité des pièces de rechange comme un point crucial pour la conduite des stations.

À Thiès, le besoin d'équipements électroniques tombés en panne alors que la station était encore sous garantie auprès de l'entreprise de construction n'a pu être résolu rapidement que grâce à la présence de cette dernière.

La dépendance de cette station et de la STEP de Cambérène aux de pièces importées constitue un risque en cas de panne d'équipements critiques. En effet, toutes les installations nécessitent des pièces importées. Ce risque est estompé par le fait que l'ensemble des équipements est doublé, ce qui semble constituer un facteur de succès.

La dépendance aux équipements importés et le risque qui y est associé est proche de zéro pour les stations de lagunage et les STBV.

La présence d'un magasin fourni en pièces de rechange et matériel courant ainsi qu'en consommables (huiles, carburant, ...) permet de limiter en partie le risque énoncé ci-dessus. Cependant, toutes les pièces constituant les stations de Thiès ou de Cambérène ne peuvent être stockées en magasin. L'ONAS n'a installé de magasin que pour les stations de traitement à boues activées. Le manque de stock d'approvisionnement engendre des difficultés pour les STBV et la STEP de Rufisque.

L'ONAS possède l'avantage d'avoir une Division de la Maintenance et des Moyens Généraux à disposition des stations pour toute réparation ou maintenance ne pouvant être effectuée par les électromécaniciens des stations. Cette division permet la réparation rapide lorsqu'aucune sous-traitance n'est nécessaire. Cependant, son activité est fortement limitée par le fait qu'elle ne gère pas le magasin central et ne contrôle pas le stock de pièces dont elle a besoin pour les réparations. La DMMG procède à des demandes de travaux ou d'achat lorsque le besoin se présente.

Cette division permet à l'ONAS d'être moins dépendante aux prestations externes. Cependant, les travaux de maintenance ou de réparation qui doivent être confiés à des services externes constituent un problème du au manque d'efficacité du traitement des demandes.

### **5.2.3.3. *Suivi, évaluation et optimisation***

#### **2.3.a : Qualité du suivi**

La qualité du suivi varie énormément entre les différentes stations de l'ONAS. Les stations de traitement à boues activées bénéficient d'analyses quotidiennes pour la MES, la DCO, la DBO<sub>5</sub> et d'analyses fréquentes pour l'azote et le phosphore total. La STEP de Rufisque fait l'objet d'analyses trimestrielles par le laboratoire central (<sup>[1]</sup>ONAS / Direction de l'Exploitation, 2009). Ce n'est pas le cas pour les STBV sauf à Cambérène où l'équipe du Sandec effectue un suivi régulier.

L'existence d'un laboratoire sur le site de la station a été désignée par tous les agents des stations comme un point indispensable au bon fonctionnement d'une station de traitement des eaux. La fréquence d'analyse nécessaire ne permet pas de sous-traiter ce service.

Un laboratoire avait été prévu à Rufisque. Il n'a jamais été équipé, ce qui augmente les difficultés pour la gestion de cette STEP.

#### **2.3.b : Expertise pour l'analyse et l'optimisation**

Le chef de laboratoire est la tête pensante d'une STEP. Toutes les manipulations sur les installations ou sur les débits ainsi que les actions d'entretien sont influencées par sa compréhension des processus de traitement.

Le chef de la Division Laboratoire a une longue expérience dans le domaine de l'assainissement complétée par plusieurs modules de formations spécifiques. Le chef du laboratoire de Thiès est un ancien stagiaire du laboratoire central affecté sans formation complémentaire. Les compétences en assainissement du responsable du laboratoire chargé de définir les taux de recirculation et de régler les problèmes physico-chimiques devraient systématiquement être renforcées.

#### 5.2.4. Facteurs lié à l'équilibre des ressources

##### 5.2.4.1. Equilibre financier

###### 3.1.a : Planification du budget

Le statut de l'ONAS ne lui permet pas de définir son budget et de mobiliser les fonds librement. Le budget de fonctionnement voté pour cette année 2009 est basé sur un équilibre entre les recettes de la redevance assainissement et les charges liées à l'ensemble des services de l'office. Ce budget prend en compte les dépenses prioritaires pour le fonctionnement des installations mais n'inclut pas le besoin en masse salariale ni le renouvellement des infrastructures (immos). Il correspond à la ligne bleue de la figure 13 ci-dessous. Il répond à un scénario prioritaire pour lequel seuls les projets déjà lancés sont considérés, sans planification à long terme.

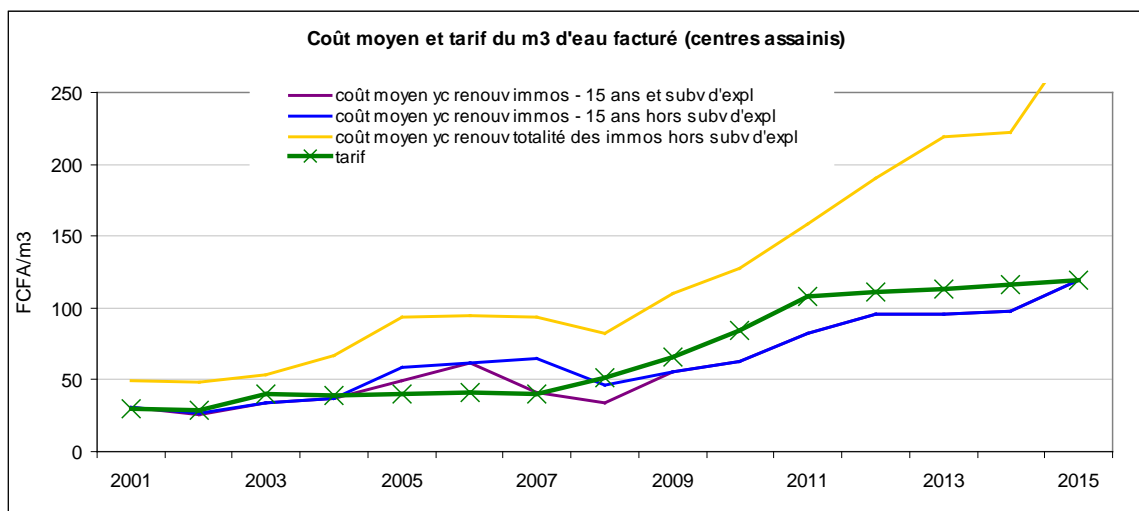


Figure 17: Base de planification pour le budget de fonctionnement de l'ONAS (source: [4] ONAS, 2008: Modèle Financier)

Cela constitue un handicap expliquant le manque de réponses à certaines demandes de travaux et d'achat ainsi que les problèmes concernant la gestion des ressources humaines. Nombre de problèmes énumérés trouvent ici une explication simple : la limitation du budget bien en dessous des besoins financiers réels.

###### 3.1.b : Capacité d'investissement

L'incapacité de mobiliser directement des fonds pour les projets de l'ONAS a été désignée comme un des gros problèmes lié au statut EPIC. Les procédures de mobilisation des fonds sont lourdes et dépendent des ministères tutélaires. L'ONAS n'étant pas viable sur le plan financier actuellement, il serait incapable d'attirer des bailleurs de fonds sans le concours du BCI.

### 3.1.c : Valorisation

La valorisation des sous-produits fait partie des objectifs officiels de l'ONAS qui ne consacre pourtant que de faibles moyens au développement d'une stratégie efficace pour tirer avantage de ce facteur de succès important. Les seules ventes de sous-produits de l'ONAS sont gérées par la DCC. Elle a passé pour 2009 des accords pour la vente de 5'200 m<sup>3</sup> de boues par an et de quelque 200 m<sup>3</sup> d'eau par jour avec des clients privés réguliers ([2], [3] ONAS, 2008). En 2007, 29'015 m<sup>3</sup> d'eau traitée à Cambérène ont été vendus à 10 clients représentés par des entreprises de construction et des jardiniers ([1], [2], [3] ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, 2008).

### 5.2.4.2. *Equilibre énergétique*

#### 3.2.a : Dépendance à l'énergie artificielle

Le choix des options techniques des stations de traitement a une grande incidence sur les dépenses énergétiques. Les estimations faites pour la station de Thiès montrent que 60% des charges d'exploitations sont consacrées aux dépenses énergétiques, alors que seuls 2 aérateurs sur 4 sont en fonction. La situation est aussi alarmante pour la STEP de Cambérène. Les STBV présentent une situation plus favorable car les seules charges énergétiques résultent du fonctionnement intermittent des pompes à boues. La STEP de Rufisque n'engendre pratiquement pas de dépenses énergétiques d'exploitation car l'écoulement y est gravitaire ([4] ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, 2008).

Selon le modèle financier de l'ONAS ([4] ONAS, 2008), les besoins électriques varient comme suit :

- traitement primaire de STEP comme Cambérène et Thiès : 0.05 kWh/m<sup>3</sup> traité ;
- traitement biologique à boues activées : 0.35 kWh/m<sup>3</sup> traité ;
- traitement biologique par lagunage naturel comme à Rufisque : 0.05 kWh/m<sup>3</sup> traité.

La station de lagunage de Rufisque est avantagée par une sensibilité nulle aux coupures de courants. Les STBV ne sont que peu affectées par ces événements. En revanche, le fonctionnement de la STEP de Thiès souffre des nombreuses coupures car certaines installations nécessitent une intervention des employés pour la mise en marche du groupe électrogène ou son arrêt lors de la reprise du courant. Cela entraîne des difficultés, surtout pendant la nuit. La mise en marche répétée des installations dégrade certains équipements électromécaniques.

#### 3.2.b : Optimisation énergétique

L'ONAS ne produit pas d'énergie renouvelable pour répondre aux dépenses énergétiques des bâtiments administratifs. Le potentiel énergétique des stations et de la région n'est mis à profit qu'à travers la production de biogaz pour l'exploitation de la STEP de Cambérène. Le bilan énergétique de l'ONAS est donc mauvais.

### **5.2.5. Conclusion de l'état des lieux**

L'ONAS présente plusieurs forces qui lui ont permis de se profiler parmi les meilleurs offices de l'assainissement en Afrique. Ces forces découlent avant tout d'une volonté politique de placer l'assainissement dans les priorités du pays. Cependant, les moyens attribués à la réalisation de cet objectif ne sont pas suffisants.

L'ONAS est en réforme à plusieurs de niveaux. Cela rend difficile toute prévision sur son efficacité future.

Certains changements proposés semblent positif au regard des résultats d'analyse sur les sous-critères. On compte en effet plusieurs initiatives intéressantes parmi lesquelles la mise en place d'un Service Qualité, d'un Service Capitalisation, le développement d'une cellule recherche et développement, et les démarches en vue d'augmenter la redevance assainissement. D'autres semblent plutôt affaiblir l'office, comme la restriction des formations à disposition pour les employés.

Deux problèmes de taille devraient encore attirer une attention particulière. Ils concernent la définition de priorités au niveau technique et financier.

L'ONAS gagnerait beaucoup à concevoir des stations peu dépendantes à l'énergie et bien implantées dans leur milieu socio-économiques. Les efforts à réaliser ce concernant sont d'abord des efforts de communication aussi bien en interne qu'en externe.

De même, une vision globale devrait être apportée pour la gestion des dépenses de l'office afin d'éviter des pertes financières importantes comme celles liées à l'arrêt du groupe gaz de Cambérène.

## 6) RECOMMANDATIONS

### 6.1. Mise en place de station

Les catégories présentées à la section 5.1.7 structurent la présentation des recommandations proposées pour la mise en place et la gestion des stations de traitement. Les propositions découlent d'observations faites sur le terrain et lors des entretiens. Elles reprennent les forces et les faiblesses observées pendant l'étude de cas au Sénégal. Elles émanent aussi de la littérature scientifique.

Il est important de souligner que ces recommandations constituent des pistes d'améliorations résultant de l'évaluation menée au Sénégal et qu'elles ne dictent en aucun cas la seule manière de gérer des stations de traitement. Les points proposés ici développent principalement les sous-critères et indicateurs évalués pendant l'étude de cas, même si quelques recommandations sont données au sujet des indicateurs complétant la liste finale. Les indicateurs pour l'évaluation des sous-critères présentés ci-dessous sont développés à la section 5.1.8.

#### *6.1.1. Fondements organisationnel au niveau national*

Cette catégorie contient 4 sous-critères déclinés en 5 indicateurs tous fortement influencés par la politique nationale concernant le domaine de l'assainissement. Ces points interviennent en amont de toute décision et déterminent l'ensemble du système, ils constituent donc les premières interrogations lors de la mise en place de nouvelles structures.

L'autonomie institutionnelle de l'office chargé de l'assainissement doit être suffisante pour que les priorités et les stratégies soient définies librement par les personnes compétentes dans le domaine. La planification au niveau des ressources financières, humaines et des installations techniques ne devrait pas être trop influencée par des acteurs externes à l'office. De plus, la mise en place de postes politiques peut poser un problème de stabilité à l'office. Il convient de les éviter. Cela peut par exemple être fait par une structure hiérarchique permettant une meilleure stabilité en interne à l'office. Dans le cas du Sénégal, une solution possible à l'amélioration de la stabilité de l'office serait par exemple de mettre en place un secrétariat général fixe. Il permettrait de regrouper les informations circulant entre la Direction Générale et les autres services et permettrait une meilleure cohérence dans les stratégies au cours des changements de Direction.

L'adéquation des formations à disposition dans le pays ou la sous-région est à considérer parallèlement à l'autonomie institutionnelle de l'office. Elle constitue une condition forte de l'efficacité de fonctionnement de l'office et aussi de son positionnement au niveau national. En effet, des cadres bien formés sont capables d'influencer des décisions au niveau national. Des facilités d'accès à des formations dans les pays du Nord ne suffisent pas à assurer une réponse efficace aux besoins du contexte et devraient être complétées par des modules concernant les particularités locales et les technologies adaptées à ces dernières.

Après ces deux points, la planification du budget de fonctionnement et la capacité d'investissement doivent aussi être réfléchis en amont de tous les autres processus. Il est primordial de considérer ces deux conjointement et d'éviter d'attirer des investissements pour des infrastructures dont l'exploitation ne pourra être couverte par le budget de fonctionnement.

Ce point explique de nombreux problèmes rencontrés sur les stations au Sénégal ainsi que plusieurs cas d'abandon dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest.

Les relations avec les bailleurs de fonds et les ressources financières pour l'exploitation dépendent de décisions prises au niveau des gouvernements. Ici aussi, il est préférable de laisser les spécialistes déterminer les besoins et les moyens à mettre à disposition. Les investissements devraient être pensés afin de diminuer les frais d'exploitation et de créer des recettes pour diminuer la dépendance aux investissements externes.

### ***6.1.2. Points leviers influençant le système à tous les niveaux***

Trois points leviers ont été distingués lors de l'analyse de corrélation. Les sous-critères de valorisation, d'optimisation énergétique et d'expertise pour l'analyse et l'optimisation se déclinent en 4 indicateurs. La génération de recettes ou la diminution des frais d'exploitation permet une autonomie plus grande à l'office et renforce son positionnement au niveau politique.

La valorisation et l'optimisation énergétique ne paraissent pas primordiales à plusieurs acteurs car un système peut fonctionner sans ces activités. Cependant, ils constituent des facteurs de succès pouvant affranchir les stations de la dépendance énergétique et les rendant financièrement attractives. Ces deux points devraient faire partie d'une politique interne complète et prioritaire. La planification technique et financière de tout office devrait donc systématiquement tenir compte de ces outils très efficaces déjà largement mis à profit dans plusieurs stations en Europe. La STEP de Berne est une des plus grandes de Suisse. Elle illustre bien le potentiel financier de ces facteurs. Grâce à une valorisation optimale des sous-produits de traitement, cette station est tout à fait viable au niveau financier (ARA, 2009). Elle fournit en outre 2/3 du carburant consommé par l'entreprise de transports publics de la capitale suisse sous forme de biogaz (BernMobil, 2009).

Cet exemple démontre que le potentiel de valorisation des sous-produits de traitement dépasse les considérations purement financières. Il pourrait être repris dans le cas du Sénégal en produisant de l'énergie pour le fonctionnement des stations et des bâtiments administratifs, voire pour d'autres activités en cours dans les quartiers bordant les stations.

La valorisation des sous-produits en biens commercialisables permet donc d'intégrer les stations dans leur contexte socio-économique. Pour ce faire, la mise en place d'une collaboration avec des centres de recherches permet d'assurer la qualité des produits et d'élaborer des systèmes de valorisation adaptés au contexte. Ce pré-requis permet de lever les réserves des responsables de l'office et de la population face à la réutilisation des sous-produits de traitement.

L'expertise pour l'analyse et l'optimisation n'intervient pas seulement comme un sous-critère possédant un grand potentiel d'amélioration du système. Les compétences pour l'analyse du responsable de laboratoire sont aussi le gage du bon fonctionnement d'une station. Une lacune à ce niveau peut avoir des répercussions désastreuses sur les performances épuratoires.

L'existence d'une collaboration avec un centre de recherche peut aussi être très bénéfique pour le processus des études par l'élaboration de normes, voire de technologies adaptées au contexte.

### **6.1.3. Fondement organisationnel de l'office**

Parmi les points de départ du réseau de corrélation figurent 4 sous-critères déterminés au niveau de la direction générale. La communication interne, la capitalisation, la responsabilité contractuelle et l'appropriation des infrastructures par les populations font partie des décisions de base influençant de nombreux autres points. Les deux derniers éléments sont directement liés au processus des études et sont donc traités à la section 6.1.5.

Le système de communication interne doit éviter des procédures trop longues limitant la réactivité de l'office. Comme en atteste la situation au Sénégal (section 5.2.10.3), un système hiérarchique lourd n'est pas adéquat pour une structure gérant à la fois la planification, la conception et l'exploitation de stations. Le rôle de la direction générale est d'instaurer des stratégies efficaces et d'assurer le suivi des procédures et activités sans les ralentir. Pour cela, il est positif que les responsabilités concernant les décisions courantes soient déléguées aux directions.

Un tel système « décentralisé » implique aussi une stratégie facilitant le passage d'information entre les directions. Des réunions fréquentes entre les responsables de ces dernières assurent une gestion claire et uniforme à l'ensemble des activités. Lors de projets impliquant plusieurs directions, la mise en place de cellules de coordination est recommandée pour institutionnaliser les relations entre les employés des différents services. Il s'agit ici aussi d'accélérer le passage d'information et d'optimiser la prise en compte des préoccupations de chacun pour éviter des désaccords internes.

La stratégie de capitalisation est d'une importance première. Elle devrait permettre l'enregistrement systématique des problèmes rencontrés et des solutions, remarques ou améliorations proposées. Pour cela, il s'agit de mettre en place des services dont le rôle est dédié à la récolte des informations et à leur mise à disposition sous forme de documents facilement exploitable par les services concernés. Il ne paraît pas opportun de déléguer ces tâches à des employés sans expérience pratique ou parallèlement chargés de réaliser d'autres activités. Le suivi et la capitalisation sont en effet des tâches lourdes et nécessitent beaucoup de temps. La capitalisation technique et l'harmonisation des procédures concernent deux domaines bien distincts. Elles devraient être menées par des employés différents, spécialistes dans la gestion d'entreprise et dans le domaine de l'assainissement.

### **6.1.4. Compétences et moyens mis en place**

Six sous-critères concernent les compétences nécessaires pour le bon fonctionnement général de l'office et de ses différentes activités.

La qualité des stratégies et de l'organisation hiérarchique citées plus haut découlent des compétences en management des cadres de la direction générale. Ces derniers doivent donc avoir une solide formation et posséder suffisamment d'expérience dans la gestion d'entreprise. La politique nationale ne devrait pas avoir d'influence sur de tels postes, ni sur ceux des employés.

En dehors des compétences nécessaires propres à chaque poste, les cadres et employés de la direction centrale devraient être informés sur les installations.



Une visite des stations devrait être organisée et accompagnée d'une formation présentant les différentes étapes de traitement et les paramètres de traitement. Une telle présentation peut-être organisée en 1 ou 2 jours et facilite beaucoup la communication entre cadres et employés des stations.

Les fonds alloués à la gestion du personnel et de la formation dépendent de l'autonomie institutionnelle et des stratégies de fonctionnement de l'office. Ici aussi, il paraît inopportun de vouloir faire des économies. L'office doit fournir des conditions d'engagement suffisantes pour recruter les compétences nécessaires. La perte d'efficacité et les problèmes découlant de l'engagement d'un personnel inexpérimenté compensent largement les économies faites sur les salaires. Le personnel compétent permet d'optimiser la masse salariale et devrait être fidélisé pour éviter la perte de connaissance et le besoin continu de relancer des procédures d'engagement et de formation.

Lorsque l'office manque de ressources pour attirer le personnel le plus compétent, la qualité et la fréquence de la formation organisée en interne permet d'équilibrer certaines insuffisances. C'est le cas de l'ONAS qui devrait rapidement harmoniser la formation interne afin de ne pas perdre le niveau de compétences qu'il a atteint. La formation interne est trop souvent reléguée au deuxième plan. Il s'agit de mettre en place de vrais programmes de renforcement des compétences des employés à tous les niveaux afin que techniciens, mécaniciens, électriciens, chimistes et hydrauliciens comprennent au mieux les enjeux de leur activité et puissent améliorer le système plutôt que de réparer des lacunes. L'accès à ces formations devrait être systématique pour tout nouvel employé. De même, lors de l'installation de nouvelles infrastructures, un spécialiste devrait accompagner les employés sur une durée suffisante pour compléter les formations théoriques.

De ces deux derniers points découlent directement les compétences pour la planification, la capacité d'exploitation et l'expertise pour l'analyse et l'optimisation. Des économies sur le nombre d'ingénieurs ou sur le personnel chargé de l'entretien des stations ont pour conséquences de graves dysfonctionnements. De même, l'attribution des marchés à des bureaux d'étude et de construction compétents est une condition primordiale pour des infrastructures de qualité. La conception, l'exploitation et la maintenance devraient être appuyées par des documents guidant les procédures et les relations contractuelles avec les prestataires externes. Il est particulièrement important que les services d'exploitation mettent régulièrement à jour les documents de gestion comme le plan de maintenance et que ceux-ci soient validés par les services concernés tels que le service des réparations et de la gestion des achats.

#### **6.1.5. Qualité des études**

La qualité des études pour le dimensionnement des installations de traitement est un élément d'importance prépondérante pour tout le système. Influencé par les ressources humaines et la formation à disposition, ce point définit les moyens matériels, humains et financiers à mettre en place pour l'exploitation.

La conception d'une nouvelle station implique en premier lieu la compréhension complète du milieu dans lequel elle sera implantée. Il s'agit d'évaluer les besoins de la population de manière participative et de mettre à profit les éventuelles structures communautaires déjà existantes. L'appropriation par les populations constitue une condition sine qua non au fonctionnement durable des stations de traitement.

Cette première condition remplie, les études de terrain pour l'ajustement des paramètres de dimensionnement et le calcul des débits à traiter sont facilitées. Cette dernière étape ne doit pas être sous-estimée. Elle doit être réalisée par une personne connaissant bien le contexte afin de n'oublier aucune source d'eau usée potentielle et de prévoir des problèmes liés aux mœurs locales.

L'ajustement des paramètres de dimensionnement et le choix techniques peuvent être appuyés par l'étude des caractéristiques propres à chaque contexte et l'élaboration de documents de base pour assurer la qualité des études. Si les bureaux d'étude peuvent effectivement participer à ce processus, il est nécessaire que l'office qui possède toutes les expériences en soit le moteur. Les employés de l'ONAS possèdent une grande expérience des problèmes rencontrés. Ils pourraient donc mettre en place des guides pratiques concernant les points à considérer pour l'étude sociologique et le calcul des débits volumiques et massiques.

La qualité des études est définie par l'expertise des ingénieurs du bureau d'étude et de l'office ainsi que par leur lien contractuel.

Les termes de références peuvent définir les conditions à remplir au niveau des études de terrain et de la prise en compte du contexte. Les spécialistes de l'assainissement au Sénégal sont réticents à cette idée. Ils mettent en cause de l'avancement limité des connaissances pour la construction de stations. Le fait de responsabiliser les acteurs de part et d'autre permettrait cependant d'assurer un travail soigné et d'éviter des différends en fin de projet.

Dans ce cas, il est évident que l'office doit aussi respecter des délais pour assurer que la construction soit faite dans les conditions prévues lors des études. L'intégration de ces clauses dans les contrats permet une responsabilisation plus grande de part et d'autre.

La géologie, la pédologie, le climat, le contexte socio-économique, l'accessibilité à l'énergie et à une main d'œuvre compétente ainsi que les moyens à disposition pour l'exploitation doivent être analysés et intégrés à chaque étape de la conception des stations. Ce sous-critère est un point névralgique important de la liste. Tous les moyens mis à disposition devraient donc converger vers une évaluation optimale de ce dernier pour assurer une exploitation efficace, peu coûteuse et durable.

### ***6.1.6. Gestion pratique de l'exploitation***

Les problèmes pratiques observés au niveau des stations sont influencés par tous les points présentés plus haut.

Afin d'optimiser la réponse aux besoins d'exploitation, les études doivent aussi intégrer la disponibilité des pièces de rechange et leur coût. Une station devrait être équipée d'un maximum de pièces disponibles sur le marché local. Quelle que soit la provenance des pièces, le remplacement de l'ensemble des installations doit être prévu et le contact avec les fournisseurs proposant un service après-vente bien établi. De plus, il est positif que tous les équipements soient doublés pour éviter l'arrêt total des installations en cas de panne. Ce point doit être pris en compte dès la phase de conception des stations. Il doit être étudié en considérant l'influence sur les coûts d'investissements aussi bien que l'assurance qu'il apporte pour l'exploitation.

Un magasin fourni en pièces courantes et en consommables doit être tenu dans chaque station et toute pièce utilisée devrait immédiatement être remplacée. Un magasin central doit permettre aux gérants des stations d'accéder facilement à des pièces plus importantes.

Afin de faciliter la gestion des stocks, il est recommandé d'adopter le même type d'équipement dans un grand nombre de stations. Le choix des équipements devrait résulter de la capitalisation des expériences et de l'élaboration des guides techniques.

La mise en place d'un service central de réparation constitue un facteur de succès important. Les procédures de demande de travaux devraient être accélérées au maximum entre ce service et les chefs de stations.

Toutes ces propositions ont pour objectif la restriction du nombre de demandes de travaux devant cheminer jusqu'à la direction centrale. L'ensemble des travaux et des achats ne peut cependant être traité en interne. Il s'agit donc de mettre en place des procédures rapides pour le traitement des demandes. En effet, les objectifs d'un office de l'assainissement concernent sa capacité à récolter les eaux usées et à les traiter. Il n'est donc pas acceptable que les structures ne puissent répondre immédiatement aux besoins d'exploitation des stations.

Afin de répondre à ces objectifs, chaque station devrait aussi être dotée d'un laboratoire permettant un suivi régulier des taux épuratoires. Les stations utilisant des technologies « conventionnelles » nécessitent des analyses quotidiennes et les stations basées sur des systèmes « naturels » devraient faire l'objet d'un suivi hebdomadaire.

## 6.2. Méthodologie d'évaluation

La liste d'indicateurs finale proposée et définie en annexe permet l'application de la méthodologie d'évaluation des facteurs de succès et d'échec des stations de traitement d'eaux usées et de boues de vidange. Certaines conditions à respecter pour le bon déroulement de l'évaluation sont développées ci-dessous.

Il est important que l'étude soit menée par une personne formée dans le domaine de l'assainissement et consciente des particularités liées à ce domaine dans les pays en développement. Le principe de fonctionnement des options techniques des stations évaluées devrait être compris afin de pouvoir déceler des dysfonctionnements lors des visites. De même, l'historique de l'office de l'assainissement et sa structure doivent être étudiés avant la période de collecte de données pour optimiser le temps passé sur place et la validité des questions posées.

L'évaluation de la situation doit se faire de manière participative avec un maximum d'acteurs locaux en maintenant une collaboration étroite et transparente. Les conditions de travail, les personnes à visiter et les objectifs spécifiques de l'étude devraient être discutés en amont afin d'instaurer un climat de confiance et d'assurer les responsables de l'office du bien fondé de l'étude. La méthodologie peut être partagée et ajustée aux particularités locales.

Les entretiens doivent être réalisés en connaissance de la liste des indicateurs et des sous-critères afin de diriger au mieux les discussions. L'étude préalable du modèle de corrélation permet de vérifier ou modifier les hypothèses de travail concernant la corrélation entre les indicateurs suffisamment tôt. Il s'agit pour cela de lire les sections 4.7 et 5.1.

La préparation de la grille d'entretien est une étape importante permettant d'établir clairement les objectifs de chaque étape de l'étude, l'agencement des activités dans le temps et les points à intégrer pour obtenir un résultat optimal. Une grille des indicateurs à aborder avec les différents acteurs est proposée à l'annexe 6.

Une fois l'accord passé avec la direction de l'office, les cadres des services suivants sont tout d'abord contactés :

- direction générale ;
- service administratif et financier ;
- service des ressources humaines ;
- service de la planification et des études ;
- service du suivi des travaux ;
- service de l'exploitation des stations de traitement des eaux usées ;
- service de l'exploitation des stations de traitement des boues de vidange ;
- service de capitalisation technique ;
- service qualité.

Il est préférable d'organiser en premier lieux les entretiens avec ces acteurs afin d'appréhender avec une vision générale la structure organisationnelle, les procédures internes et les enjeux liés aux différents points abordés.

La visite des stations et les entretiens avec le personnel y travaillant ainsi qu'avec les entreprises et bureaux privés peuvent ensuite être agencés en alternance.

Il s'agit pour chaque station de s'entretenir au moins avec le chef de station, le responsable électromécanique et le responsable du laboratoire. D'autres employés peuvent être contactés en fonction des informations à compléter et des caractéristiques de la station. Les responsables des services régionaux devraient aussi être interrogés. L'évaluation du fonctionnement d'une station prend environ un jour avec la visite si les rendez-vous sont bien organisés.

Il est intéressant d'effectuer des entretiens avec les ingénieurs des bureaux d'étude ayant travaillé à la conception des stations visitées. De même, un entretien devrait être prévu avec les ingénieurs de l'office travaillant sur le suivi des études pour les stations de traitement.

Une fois l'ensemble des entretiens réalisés et des stations visitées, une réunion peut être organisée pour partager certains résultats. Une rapide analyse de la pondération peut-être présentée et discutée. Les points délicats mettant en cause le travail de certains employés ne doivent pas être abordés ici. Il s'agit plutôt de discuter des attentes des acteurs suite aux entretiens et de définir le type de recommandations en fonction de ces dernières.

L'analyse des données et l'élaboration des recommandations peuvent être inspirées des étapes concernant les sous-critères présentées dans la méthodologie aux sections 5.1.6 et 5.1.7. L'analyse fine des indicateurs n'est pas indispensable et demande beaucoup de temps. Elle peut cependant être entreprise après l'analyse des sous-critères pour éclaircir certains points.

Les recommandations doivent être adaptées à la structure de l'office et des stations évaluées. Elles peuvent reprendre des propositions faites lors des entretiens et doivent mettre en avant la structure des sous-critères afin de guider les décisions selon les priorités définies par la corrélation des éléments.

## 7) PERSPECTIVES

Ce travail constitue une avancée vers la compréhension complète des facteurs influençant le fonctionnement des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange dans les pays en développement. Elle mérite d'être approfondie de plusieurs manières.

La méthodologie élaborée a pu être validée dans le cadre de l'étude de cas au Sénégal et avec plusieurs experts du domaine de l'assainissement dans les pays en voie de développement. Il serait cependant d'un grand apport de l'appliquer à d'autres contextes afin de compléter la liste d'indicateurs et de vérifier la fiabilité des résultats. Cela permettrait aussi de se détacher de l'influence du contexte institutionnel sénégalais et de la structure de l'ONAS.

Afin d'élargir l'approche à un projet comprenant la collecte et le traitement des eaux usées et des boues de vidange, la liste pourrait être complétée lors d'une étude réalisée sur un domaine comprenant les réseaux d'égouts et le système de collecte des boues de vidange auprès des ménages.

Une étude complémentaire devrait aussi être menée pour investiguer de manière plus précise les influences et corrélations des facteurs sociaux sur le fonctionnement des stations. De nombreuses méthodes existent pour évaluer de manière participative la situation des populations en matière d'assainissement. Il serait intéressant de proposer une méthode faisant le lien entre les considérations à l'échelle du ménage et celles à l'échelle nationale.

Les solutions proposées dans ce rapport restent à préciser et à tester. Il serait très intéressant d'analyser l'effet des recommandations et leur acceptation locale. Par exemple, l'effet sur le système d'une station de traitement conceptualisée afin d'optimiser la production de sous-produits valorisables et leur vente pourrait être étudié. De même, il serait positif d'élaborer des recommandations plus précises sur la mise en place de guides techniques au sein d'un office.

Enfin, l'application de cette méthodologie dans plusieurs contextes permettrait de remettre en question les structures actuelles et d'en définir les faiblesses avec les acteurs locaux. Même sans recommandations précises, cela constituerait déjà un premier pas vers une amélioration.

## 8) CONCLUSION

La démarche d'évaluation des facteurs d'échec et de succès des stations de traitement dans les pays en développement a rencontré un grand intérêt auprès de l'ensemble des acteurs rencontrés. Tous ont confirmé la complexité du système étudié et le potentiel d'amélioration apporté par la présente étude.

La compréhension du nombre important de facteurs influençant la mise en place et la gestion des stations a constitué un challenge dès la première étape d'élaboration de la liste d'indicateurs. À ce niveau, l'apport des experts locaux et internationaux a été très complémentaire. La démarche participative a permis d'intégrer de nombreux indicateurs qui ne sont pas traités dans la littérature avec succès. De même, la validation par les cadres de l'ONAS de la liste d'indicateurs apporte un soutien important à la méthodologie. Il assure son applicabilité dans le contexte ouest-africain.

L'approche holistique permet l'évaluation des facteurs de succès et d'échec des stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange. Elle révèle l'interdépendance des trois domaines utilisés (gestion institutionnelle, conception technique, équilibre des ressources financières et énergétiques). Ils représentent bien la complexité du système.

Les difficultés rencontrées quant au choix des analyses à effectuer sont représentatives du caractère pionnier de ce travail. Elles ont constitué le deuxième challenge de taille. Finalement, l'exploration de plusieurs méthodes et la bonne compréhension du fonctionnement du système de gestion des stations ont permis l'élaboration sur mesure d'une méthodologie d'analyse.

Cette méthodologie permet la compréhension des facteurs de succès et d'échec des stations de traitement dans les pays en développement. Elle propose aussi une évaluation précise des principales forces et faiblesses du système étudié. Une série d'étapes est proposée pour assurer la qualité des résultats et des informations. Elle constitue un bon outil méthodologique pour la gestion des projets de STEP et de STBV. Elles servent aussi d'appui à l'élaboration de stratégies d'améliorations avec les acteurs locaux et en fonction du contexte.

Enfin, cette série d'analyse confirme et précise les hypothèses développées avec les experts locaux et internationaux. Les problèmes les plus déterminants pour un système de gestion de stations se situent au niveau institutionnel ou concernent l'équilibre des ressources. Ces derniers prédéterminent les difficultés techniques qui constituent le nœud du système. Il s'agit donc de mettre en place une structure stable et complète. Celle-ci conditionne l'efficacité des décisions prises en matière d'options techniques et de moyens mis à disposition pour l'exploitation.

La méthodologie proposée ouvre donc trois perspectives intéressantes :

- Elle constitue une réponse aux préoccupations mondiales concernant la compréhension des facteurs affectant les systèmes d'assainissement.
- Elle apporte aussi des solutions pratiques pour amener les acteurs locaux à améliorer la gestion des stations de traitement de leur pays. Enfin, elle propose des recommandations pour l'amélioration de la durabilité de ces infrastructures.
- La dernière ouverture est d'ordre personnel. En effet, les solutions apportées offrent la possibilité d'entreprendre d'autres challenges dans un domaine où tant reste à découvrir.

Gageons que ces découvertes rendront à l'assainissement toute son importance et le doterons de systèmes efficaces et durables.

## 9) BIBLIOGRAPHIE

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, (2002). Résultats définitifs du troisième recensement général de la population et de l'habitat - (2002), *Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie*, 163 p.

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, (2007). Situation économique et sociale du Sénégal, 2007, *Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie*, 280 p.

Badji K., (2008). Traitement des boues de vidange: Eléments affectant la performance des lits de séchage non-plantés en taille réelle et les mécanismes de séchage, *Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar, Département de génie Chimique et biologie appliquée, Mémoire de fin d'étude*, 167 p.

Balkema A.J., Preisig H.A. ; Otterpohl R., Lambert F.J. D., (2002) Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems, *Urban Water* (4), 153-161.

Benedetti L., Dirckx G., Bixio D., Thoeye C., Vanrolleghem P. A., (2008). Environmental and economic performance assessment of the integrated urban wastewater system, *Journal of Environmental Management*, (88), 1262-1272.

Kvarntörn E., Bracken P., Ysunza A., Kärrman E., Finnson A., Saywell D., (2004). Sustainability Criteria in Sanitation Planning, 10th WEDC International Conference, Ventiane, Lao PDR. Document téléchargeable depuis:  
<http://wedc.lboro.ac.uk/conferences/pdfs/30/Kvarnstrom.pdf>

Diongue E. S. T., (2006), Stratégie d'optimisation de la filière de vidange de boues de latrines à Dakar, *2iE, département génie sanitaire et environnement, mémoire de fin d'études*, 87 p.

Diouf A. T. S., (2008). Traitement des eaux usées par la voie des boues activées à la station d'épuration de Thiès, *Université Cheikh Anta Diop de Dakar, département génie chimique et biologie appliquée, rapport de stage*.

Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, (2001). Norme Sénégalaise: Eaux Usées: Norme de Rejet, *Institut sénégalais de Normalisation*, 27 p.

Dodane P.H., Makboon J., Torrens A., (2006). Assistance à la mise en place de l'exploitation du lagunage de la ville de Ouagadougou, *CEMAGREF, Département Milieux Aquatiques, Qualité et Rejets*, 48 p.

Dodane P-H., Mbéguéré M., Koné D., (2009). Technico-Financial Optimisation of Unplanted Drying Beds, *Sandec / EAWAG, Sandec News*, 14 p.

GKW Consult, (2001). Assainissement des Eaux Usées de la Ville de Rufisque, Avant-Projet Détaillé, Volume 2: Station d'Épuration des Eaux Usées, Partie 1: Dimensionnement corrigé, *GKW Consult*, 40 p.

GKW Consult, (2002). Etude de faisabilité : Etudes Techniques Détaillées ; Supervision des Travaux de trois Déposantes de Boues de Vidange à Dakar, *GKW Consult*, 118 p.

Guène O., Touré C.S., Maystre L. Y., (1999). Promotion de l'hygiène du milieu : Une stratégie participative, *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 192 p.

IWA, (2006). Sanitation 21, Simple Approaches to Complex Sanitation, A Draft Framework for Analysis, *International Water Association*, 40 p. téléchargeable depuis : [www.iwahq.org/uploads/iwa%20hq/website%20files/task%20forces/sanitation%2021/Sanitation21v2.pdf](http://www.iwahq.org/uploads/iwa%20hq/website%20files/task%20forces/sanitation%2021/Sanitation21v2.pdf)

Koné D, (2008). Making Urban Excreta and Wastewater Contribute to Cities Economic Development - A paradigm shift, *soumis à Water Policy*

Koottatep T., Surinkul N., Polprasert C., Kamal A.S.m., Koné D., Montangero A., Heinss U., Strauss M., (2005). Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation, *Water Science & Technology*, 15 (9), 119-126.

Lasut M. T., Jensen K. R., Shivakoti G., (2008). Analysis of constraints and potentials for wastewater management in the coastal city of Manado, North Sulawesi, Indonesia, *Journal of Environmental Management*, (88), 1141-1150.

Le Roy G., (2008). Extension de la station de traitement des eaux usées de Dakar Cambérène, Notice d'exploitation process, *Stereau, document de travail*.

Mahassen M. E-D. G., Waled M. E-S., Azza M. A-a., Mohammed K., (2008). Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt, *American Journal of Environmental Sciences*, 4 (4), 316-326.

Massoud M. A., Tarhini A., Nasr J. A., (2009). Decentralized approaches to wastewater treatment and management : Applicability in developing countries, *Journal of Environmental Management*, (90), 653-659.

Maystre L. Y., Pictet J., Simos J., (1994). Méthodes multicritères ELECTRE : Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale, *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 323 p.

Maystre L. Y., Bollinger D., (1999). Aide à la négociation multicritère : pratique et conseils, *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 192 p.

Mbéguéré M., (2008). Recherche - développement sur les technologies de traitement des boues de vidange et renforcement des capacités des pays en développement dans la gestion des déchets, Le projet VELUX à Dakar, *EA Wag - ONAS, document interne*, 10 p.

Ndiaye A.A., (2007). Caractérisation des boues de vidange et performance de la dépositrice de Cambérène, *2iE, département génie sanitaire et environnement, Mémoire de fin d'études*, 57 p.



Ndaw M. F., (2009). Enjeux de la réforme de troisième génération du sous-secteur de l'Hydraulique Urbaine et de l'Assainissement après 2011 : Exposé introductif, *Forum de l'Amicale des Cadres des Sociétés d'eau (ACASE), présentation ppt.*

NETSSAF, (2006). D04: Criteria for the evaluation and classification of conventional and innovative low cost sanitation technologies, *NETSSAF, document téléchargeable depuis:* <http://www.netssaf.net/87.0.html?>

NETSSAF, (2008). Deliverable 22 & 23, Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies, *NETSSAF, document téléchargeable depuis:* <http://www.netssaf.net/87.0.html?>

OMS, (2000). Water Supply and Sanitation Sector Report Year 2000 : Africa Regional Assessment, *World Health Organisation*, 84 p. *document téléchargeable depuis:* [http://www.afro.who.int/des/phe/pub/wsh\\_assessment\\_2000.pdf](http://www.afro.who.int/des/phe/pub/wsh_assessment_2000.pdf)

OMS, (2006). WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 1 : Policy and Regulatory Aspects, *World Health Organisation*, 114 p. *document téléchargeable depuis:* [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/gsuweg2/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/)

ONAS, (2002), Présentation de l'Office National de l'Assainissement du Sénégal, *ONAS, présentation ppt.*

[1]ONAS, (2008). Politique de formation ONAS, *ONAS, document interne.*

[2]ONAS, (2008). Protocole d'accord pour la fourniture d'eaux épurées et de boues stabilisées, *ONAS, document contractuel.*

[3]ONAS, (2008). Protocole d'accord pour la fourniture de boues stabilisées, *ONAS, document contractuel.*

[4]ONAS, (2008). Modèle Financier, SimAssain 07-11-28b, *ONAS, document excel.*

[1]ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, (2008). Résultat d'exploitation 2007 de la STBV de Cambérène (estimatif), *ONAS, document interne.*

[2]ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, (2008). Résultat d'exploitation 2007 de la STBV de Rufisque (estimatif), *ONAS, document interne.*

[3]ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, (2008). Vente d'eau épurée et boues stabilisées de la STEP de Cambérène en 2007, *ONAS, document interne.*

[4]ONAS / Direction Commerciale et de la Clientèle, (2008). Programmes d'activités 2008 et budget prévisionnel d'exécution, *ONAS, document interne*, 18 p.

ONAS / Direction de l'Exploitation / Service Dakar 2, (2008). Evaluation des objectifs de 2008 du service DK2, *ONAS, document interne*, 2008.

<sup>[1]</sup>ONAS / Direction de l'Exploitation / Service Dakar 2 / Division Laboratoire, (2009). Rapport annuel 2008 : Stations d'Épuration, *ONAS, document interne*, 16 p.

<sup>[2]</sup>ONAS / Direction de l'Exploitation / Service Dakar 2 / Division Laboratoire, (2009). Impact de la dépose des boues de vidange (DBV) sur la station d'épuration des eaux usées de Rufisque, *ONAS, document interne*, 4p.

ONAS / Direction des Etudes et Travaux, ONAS, (2007). Rapport mensuel, décembre 2007, *ONAS, document interne*, 39 p.

République du Sénégal, Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique Urbaine, de l'Hygiène Publique et de l'Assainissement, (1996). décret n° 96-662 fixant les règles d'organisation et de fonctionnement de l'Office National de l'Assainissement du Sénégal, *République du Sénégal*.

République du Sénégal, (2001) Loi N° 2001 - 01 du 15 Janvier 2001 portant code de l'environnement, *République du Sénégal*, 62 p.

République du Sénégal, Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique Urbaine, de l'Hygiène Publique et de l'Assainissement, (2008). Contrat de performances Etat/ONAS, *République du Sénégal*, 56 p.

Scandiaconsult International, (1999). Ville de Thiès, Etude d'assainissement et réutilisation des eaux usées, volet B : Avant-projet détaillé, version finale, *Scandiaconsult International*, 110 p.

Shärlig A., (1985). Décider sur plusieurs critères, panorama de l'aide à la décision multicritère, *Presses Polytechniques Romandes*, 304 p.

Sow O., (2009). Analyse des flux économiques et financiers des systèmes d'assainissement tout à l'égout et gestion des boues de vidange - Etude de cas de Dakar, *Université Cheikh faculté Anta Diop de Dakar, département d'économie, Mémoire de Master*, 89 p.

Steiner M., Montangero A., Koné D., Strauss M., (2003). Toward More Sustainable Faecal Sludge Management Through Innovative Financing - Selected Money Flow Options, *EAWAG, SANDEC*, 22 p. *document téléchargeable depuis* : [www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications\\_ewm/downloads\\_ewm/money.flow.models.pdf](http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications_ewm/downloads_ewm/money.flow.models.pdf)

Strauss M., Larmie S. A., Heinss U., (1997). Treatment of sludges from on-site sanitation - Low-cost options, *Water Science and Technology*, (35), 129-136.

Strauss M., Koné D., Montangero A., (2003). Recherche appliquée dans le domaine de la gestion des boues de vidange dans les pays en développement - Problématique, question et aperçu du projet, *EAWAG / SANDEC, téléchargeable depuis* : [www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications\\_ewm/downloads\\_ewm/SOS\\_apercu\\_sans\\_photo.pdf](http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications_ewm/downloads_ewm/SOS_apercu_sans_photo.pdf)

Sujaritpong S., Nitivattananon V., (2009). Factors influencing wastewater management performance : Case study of housing estates in suburban Bangkok, Thailand, *Journal of Environmental Management*, (90), 455-465.

Vonwiller L., (2007). Monitoring of the Faecal Sludge Treatment Plant Cambérène in Dakar, *Rapport de stage ETHZ, department environmental engineering EAWAG/SANDEC*, 35 p.

Walker M. (2008). Performance of the FSTP Rufisque and its impact on the WSP, *rapport de stage ETHZ, department environmental engineering - EAWAG / SANDEC*, 42 p.

Zhou J. B., Jiang M. M., Chen B., Chen G. Q., (2009). Energy evaluations for constructed wetland and conventional wastewater treatments, *Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, (14), 1781-1789.

#### Sites internet :

Agence Nationale de la Statistique et de la démographie, (2004)  
<http://www.ansd.sn/publications/annuelles/climatologie2004.html>

Agence Nationale de la Statistique et de la démographie, (2009)  
<http://www.ansd.sn/>

ARA, (2009)  
<http://www.ara-bern.ch/e/unternehmung/leitbild/>

BernMobil, (2009)  
[www.bernmobil.ch/medien/medienmitteilungen.php?id=353](http://www.bernmobil.ch/medien/medienmitteilungen.php?id=353)

[1] PEPAM, (2009)  
[www.pepam.gouv.sn/index.php](http://www.pepam.gouv.sn/index.php)

[2] PEPAM, (2009)  
[www.pepam.gouv.sn/ensemble/index.php?rubr=vue](http://www.pepam.gouv.sn/ensemble/index.php?rubr=vue)



## 10) ANNEXES

### Annexe 1 : Cadre Logique

Tableau 19: Récapitulatif du cadre logique

	Hierarchie d'objectifs	Indicateurs	Hypothèses importantes
<b>1.</b>	<b>Objectifs globaux</b>		
1.1.	Une méthodologie d'évaluation des facteurs influençant le fonctionnement de stations de traitement des eaux usées et des boues de vidange est disponible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liste de critères et indicateurs applicables au contexte ouest-africain et possédant une bonne répétitivité.</li> <li>Méthodologie d'évaluation et d'analyse de ces indicateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le contexte étudié permet d'appréhender la problématique du fonctionnement des stations de traitement en Afrique de l'Ouest.</li> <li>La liste d'indicateurs est suffisamment exhaustive.</li> <li>Les informations recueillies sont fiables.</li> </ul>
1.2.	L'influence et la corrélation entre ces facteurs sont comprises.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liste de critères à analyser</li> <li>Modèle de corrélation</li> <li>Recommandations pour la mise en place et la gestion de stations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les informations récoltées sont suffisantes pour comprendre le système.</li> <li>L'analyse permet de proposer des priorités applicables à d'autres cas.</li> </ul>
<b>2.</b>	<b>Résultats</b>		
2.1.	Les connaissances concernant la problématique et l'évaluation des systèmes d'assainissement dans les pays en voie de développement sont présentées dans une revue littéraire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revue littéraire complète et organisée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les articles et rapports exploités sont représentatifs des connaissances actuelles.</li> </ul>
2.2.	Les 5 stations de traitement sélectionnées sont évaluées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etat des lieux complet en fonction des indicateurs définis</li> </ul>	Les informations recueillies permettent une bonne compréhension du système.
2.3.	Une liste de critères déclinés en indicateurs représentant les domaines institutionnels, techniques et ressources est disponible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liste de critères et d'indicateurs clairement définis complète, représentative et non répétitive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La documentation et les enquêtes permettent d'appréhender tous les facteurs déterminant dans le fonctionnement de stations de traitement.</li> <li>L'évaluation permet de définir des critères clés.</li> </ul>
2.4.	Une méthodologie d'évaluation basée sur la liste d'indicateurs est proposée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthodologie d'évaluation des indicateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les enquêtes réalisées pour l'évaluation sont faisables de manière efficace dans d'autres cas.</li> <li>L'analyse permet de représenter la situation réelle et est utilisable dans d'autres contextes.</li> </ul>
2.5.	L'interaction et l'importance des indicateurs est analysée et modélisée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthodologie d'analyse des résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les méthodes d'analyse utilisées sont adéquates pour le type d'indicateurs et de contexte.</li> </ul>
2.6.	Des recommandations pour la planification, la construction et l'exploitation de stations sont élaborées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recommandations précises et applicables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La situation analysée et la méthodologie d'évaluation permettent des recommandations pertinentes.</li> </ul>

## ***Annexe 2 : Liste des personnes interrogées***

### **Direction ONAS :**

Camara Ousmane : Directeur Exploitation  
Coulibaly Baba : Conseiller du Directeur Général  
Diakhaté Abidine : Chef Division Maintenance et Moyens Généraux  
Dieng Alassane : Directeur Etudes et Travaux  
Dione Mamadou : Chef du Département des Travaux (DET)  
Dione Ousmane : Coordonateur BAD  
Diop Alioune. Chef Division du Développement des Ressources Humaines  
Diop Aminata : Responsable du Service Qualité  
Diouf Madieumbe : Directeur Commercial et de la Clientèle  
Drame Babacar : Directeur Administration et Finances  
Gueye Mamadou : Chef Service Assainissement Autonome (DET)  
Mbaye Balla : Directeur des Ressources Humaines  
Babacar Ndiaye : Chef du Service Planification et Etudes Générales  
Ndiaye Alioune : Conseiller Service Assainissement Autonome (DET)  
Sene Mamadou : Chef du Service de Contrôle de Gestion

### **Services régionaux et stations :**

Diagne Elhadji : Chef d'usine de la dépositrice de Cambérène  
Diallo Idrissa : Chef du laboratoire de Thiès  
Diallo Mahmoudou : Chef de Section Station et Réseau de Rufisque - Saly  
Diallo Ousmane : Chef du Service Thiès  
Diop Alioune : Chef du Service Dakar 2  
Dione Ibrahima : Chef Division Laboratoire  
Faye Blaise : Responsable Electromécanique de la station de Thiès  
Lo Elhadji : Chef Division Epuration du Service Dakar 2  
Mbaye Abdoulaye : Chef du Service Rufisque - Saly  
Sy Pedre : Chef du Service Dakar 1

### **Acteurs privés :**

Diop Becaye : Directeur du bureau d'études H2O  
Guène Ousseynou : Directeur du bureau d'études CIME  
Toukara Aly : Consultant privé (Service de l'Assainissement Autonome)  
Touré Cheikh : Directeur du bureau d'études EDE  
Philippe Gensse : Bureau de construction STEREAU

### Annexe 3 : Liste préliminaire de critères, sous-critères et indicateurs

Tableau 20: Liste préliminaire d'indicateurs concernant la gestion institutionnelle

LISTE PRELIMINAIRE CONCERNANT LA GESTION INSTITUTIONNELLE					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
GESTION INSTITUTIONNELLE					
1.1	Statut institutionnel	1.1.a	Autonomie institutionnelle	1.1.a.i	Importance du service d'assainissement dans l'organigramme étatique (lien avec l'office en charge de l'eau)
				1.1.a.ii	Autonomie et marge de manœuvre liée au statut du service d'assainissement
1.2	Efficacité du processus décisionnel	1.2.a	Temps de réponse à une requête	1.2.a.i	Nombre d'étages hiérarchiques
		1.2.b	Niveau de partage de l'information	1.2.b.i	Qualité de la capitalisation
				1.2.b.ii	Fréquence de la communication interne (nombre de rapport / an)
		1.2.c	Qualité du contrôle des activités	1.2.c.i	Fréquence du contrôle par les supérieurs au niveau local
1.3	Qualité d'expertise au niveau national	1.3.a	Gestion	1.3.a.i	Niveau de connaissance et d'expérience de la direction
				1.3.a.ii	Capacité à répondre aux attentes des bailleurs
	1.3.b	Planification (Conception & Construction)	1.3.b.i	Qualité de l'expertise des personnes évaluant le rapport du consultant	
	(Maître d'ouvrage)	1.3.c	Renouvellement de l'expertise	1.3.c.i	Fréquence de la formation continue (nombre / an)
				1.3.c.ii	Capacité de remplacement des employés
1.4	Qualité d'expertise au niveau local	1.4.a	Exploitation	1.4.a.i	Niveau de compréhension des procédés (
				1.4.a.ii	Souplesse de décision laissée au chef d'usine
		1.4.b	Valorisation des produits	1.4.b.i	Quantité vendue / quantité de matière produite (/ an)
		1.4.c	Renouvellement de l'expertise	1.4.c.i	Fréquence de la formation continue (nombre / an)
1.4.c.ii	Capacité de remplacement des employés				
1.5	Qualité de l'expertise des acteurs privés	1.5.a	Niveau de maîtrise des technologies	1.5.a.i	Expériences dans le domaine (nombre d'installations construites)
		1.5.b	Responsabilité contractuelle	1.5.b.i	Garantie offerte en cas de problèmes
	(Maître d'œuvre)	1.5.c	Qualité du service	1.5.c.i	Niveau de satisfaction de la direction face au travail des consultants
1.6	Intégration sociale	1.6.a	Appropriation	1.6.a.i	Niveau d'implication au processus décisionnel
		1.6.b	Contribution à l'éducation	1.6.b.i	Nombre de visites d'écoles, de formation et de recherche / an
		1.6.c	Intégration économique	1.6.c.i	Compensation économique (emplois, activité agricole)
				1.6.c.ii	Distance lieu de collecte - lieu de traitement

**Tableau 21:** Liste préliminaire d'indicateurs concernant la conception technique

LISTE PRELIMINAIRE CONCERNANT LA CONCEPTION TECHNIQUE					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
CONCEPTION ET PERFORMANCES TECHNIQUES					
2.1	Qualité des études préliminaires	2.1.a	Qualité de l'approche méthodologique	2.1.a.i	Qualité des études de terrain et compréhension du contexte
	(APS, APD, DAO)			2.1.a.ii	Capacité d'adaptation des options techniques aux opportunités et contraintes locales
2.2	Gestion des contraintes d'exploitation	2.2.a	Flexibilité de l'agencement technologique	2.2.a.i	Sensibilité aux variations de charge
		2.2.b	Dépendance aux prestations externes	2.2.b.i	Facilité d'accès aux prestations externes
2.3	Performances techniques	2.3.a	Efficacité de traitement	2.3.a.i	MES / DCO (WW) MS (FS)
				2.3.a.ii	HE
		2.3.b	Bilan hydrique	2.3.b.i	Volume de l'effluent traité / volume de la charge entrante (niveau de traitement)
		2.3.c	Robustesse de l'équipement	2.3.c.i	Fréquence des travaux de réparation
2.4	Suivi, évaluation et optimisation	2.4.a	Qualité du suivi	2.4.a.i	Fréquence d'analyse
		2.4.b	Expertise pour l'analyse, l'interprétation des données et l'optimisation	2.4.b.i	Traduction des résultats en décision (# d'interventions réussie sur les performances)

**Tableau 22:** Liste préliminaire d'indicateurs concernant l'équilibre des ressources

LISTE PRELIMINAIRE CONCERNANT L'EQUILIBRE DES RESSOURCES					
Critère		Sous-critère		Indicateur	
Classe		Classe		Classe	
EQUILIBRE DES RESSOURCES					
3.1	Equilibre financier	3.1.a	Contrôle des dépenses	3.1.a.i	Dépenses d'exploitation totales / budget d'exploitation
		3.1.b	Capacité d'investissement	3.1.b.i	Capacité à mobiliser des fonds
		3.1.c	Potentiel de génération de recettes	3.1.c.i	Demande en sous-produits
3.2	Equilibre énergétique	3.2.a	Dépendance à l'énergie artificielle	3.2.a.i	Coût énergétique / cout total des dépenses d'exploitation
				3.2.a.ii	Sensibilité aux coupures de courant
		3.2.b	Optimisation énergétique	3.2.b.i	Energies renouvelables générées / besoins énergétiques pour l'exploitation



## Annexe 4 : Définitions des critères, sous-critères, indicateurs et barèmes pour l'évaluation

La liste de critères, sous-critères et indicateurs suit la structure présentée à la section 4.3. De même, les barèmes sont élaborés sur 2 ou 3 points selon la procédure présentée à la section 4.4.

### 4.1) Indicateurs de performance

L'évaluation des performances n'inclut pas les performances institutionnelles qui sont une condition au fonctionnement des stations.

Tableau 23: Indicateurs et barème pour l'évaluation des performances

INDICATEURS ET BAREMES POUR L'EVALUATION DES PERFORMANCES					
Critère		Sous-critère		Indicateur	Barème
	Classe		Classe		
Performances techniques	A	Efficacité de traitement	A1	MES / DCO (STEP) MS (STBV)	2= Effluent traité répond aux normes de rejet du pays 1= Effluent traité ne répond pas aux normes
			A2	HE, CF	2= Effluent traité répond aux normes OMS 1= Effluent traité ne répond pas aux normes OMS
	B	Bilan hydrique	B1	Volume de l'effluent traité / charge entrante (niveau de traitement)	3= 100% traité à l'étage secondaire 2= 80% à l'étage secondaire, 100% à l'étage primaire 1= < 80 % à l'étage secondaire, < 100% à l'étage primaire
Performances économiques	C	Contrôle des dépenses	C1	Dépenses d'exploitation totales / budget d'exploitation	2= ratio =1 1= ratio > 1

**A** L'indicateur A1 évalue les taux épuratoires physiques (MES) et chimiques (DCO). Un effluent rejeté dans la nature est de qualité satisfaisante s'il ne dépasse pas 50 mg/l de MES et 80 mg/l de DCO si le flux journalier maximal n'excède pas 30 kg/j, 40 mg/l s'il dépasse 30 kg/j (Direction de l'Environnement et des Etablissements classés, 2001). L'indicateur A2 permet d'analyser l'abattement des organismes pathogènes. L'abattement est considéré suffisant lorsque les effluents présentent moins d'un œuf d'helminthe par litre et de 1000 coliformes fécaux pour 100 ml (OMS, 2006).

**B** Le bilan hydrique permet d'évaluer si les stations permettent le traitement complet de l'ensemble des charges entrantes. Sont considérées satisfaisantes les stations traitant 100% des charges entrantes à l'étage primaire et secondaire.

**C** Les performances économiques sont notées positivement lorsque le budget d'exploitation est suffisant pour l'ensemble des dépenses d'exploitation.

## 4.2) Indicateurs concernant la gestion institutionnelle

Les critères de gestion institutionnelle évaluent le profil des responsables et les processus de gestion, liés à la planification, la conception, la construction des stations et à leur exploitation.

Les critères 1.1 et 1.2 dépendent des décisions politiques ou des processus au niveau national. Les critères 1.3, 1.4 et 1.5 permettent d'évaluer les processus et les compétences attendus de la direction centrale de l'office. Le critère 1.6 traite des compétences nécessaires au niveau des services régionaux. Le critère 1.7 se concentre sur les bureaux d'études et entreprises de construction. Le critère 1.8 concerne la population.

**Tableau 24:** Indicateurs et barème concernant le statut institutionnel

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LE STATUT INSTITUTIONNEL						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
		Classe	Classe			
1.1	Statut institutionnel	1.1.a	Autonomie institutionnelle	1.1.a.i	Importance du service d'assainissement dans l'organigramme étatique	3= service indépendant à même hauteur que service eau 2= service joint à même hauteur que service de l'eau 1= service inclus dans Service de l'eau
				1.1.a.ii	Autonomie liée au statut du service d'assainissement	3= liberté dans choix technique, investissement et engagement RH 2= liberté limitée 1= pas de liberté
		1.1.b	Cadre juridique	1.1.b.i	Qualité de la base juridique en assainissement	3= lois sur l'assainissement et le rôle de l'office + normes 2= loi sur l'assainissement et le rôle de l'office 1= pas de cadre légal

**1.1.a.** Le type de statut requiert notre attention car il définit le niveau d'autonomie du service chargé de l'assainissement par rapport aux autres services étatiques.

**1.1.a.i.** L'importance donnée au service d'assainissement dans l'organigramme général de l'Etat est jugée optimale dans le cas d'un service indépendant ayant la même importance que le service de l'eau. Un service où l'eau et l'assainissement sont joints et considérés comme ayant la même importance acquiert la note 2.

**1.1.a.ii.** Le statut institutionnel influence aussi l'autonomie et la possibilité de définir librement les projets méritant un investissement. Dans cette perspective, la note maximale est attribuée lorsque le statut permet au service de l'assainissement de contracter librement pour des projets qu'il a défini lui-même.

**1.1.b.** Le cadre juridique donne son assise à l'office de l'assainissement et permet de fixer les objectifs et les moyens qui lui sont donnés.

**1.1.b.i.** L'indicateur évaluant la qualité de la base juridique en assainissement distingue un pays doté de lois et de normes pratiques sur l'assainissement d'un autre ne possédant qu'une loi générale. L'évaluation la plus basse est attribuée pour un pays ne possédant aucune base légale dans ce domaine.

Tableau 25: Indicateurs et barème concernant la qualité de la formation dans le pays

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA QUALITE DE LA FORMATION DANS LE PAYS						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
Classe				Classe		
1.2	Qualité de la formation dans le pays	1.2.a	Adéquation des formations à disposition	1.2.a.i	Accès à une formation sur les technologies adaptées au contexte	3= formation adéquate dans le pays 2= formation dans la sous-région 1= pas de formation adaptée

- 1.2. La qualité de la formation dans le pays influence aussi bien la recherche que les compétences des ingénieurs travaillant pour l'office de l'assainissement et ceux des bureaux d'études.
- 1.2.a. L'adéquation des formations est évaluée en fonction de la facilité d'accès à des formations spécialisées dans l'assainissement apportant une compréhension complète des processus épuratoires et une panoplie de technologies adaptées au contexte local.

Tableau 26: Indicateurs et barème concernant l'efficacité du processus décisionnel

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT L'EFFICACITE DU PROCESSUS DECISIONNEL					
Critère	Sous-critère		Indicateur		Barème
	Classe		Classe		
1.3	Efficacité du processus décisionnel	1.3.a	Traitement des requêtes	1.3.a.i	Temps de réponse à une requête des techniciens 3= < 10j 2= 10j ≤ x ≤ 20j 1= > 20 j
				1.3.a.ii	Poids de la hiérarchie 3= Responsabilisation et souplesse de décision jusqu'au chef de service régional 2= Responsabilisation et souplesse jusqu'au directeur de l'exploitation ou des autres services 1= 100% des décisions validées par le DG
		1.3.b	Communication interne	1.3.b.i	Fréquence de la communication interne 3= contact hebdomadaire de tous les directeurs 2= contact mensuel 1= <contact mensuel
				1.3.b.ii	Gestion des interfaces entre directions travaillant sur un projet 2= cellule de coordination pour tous les projets 1= interface informelle personne - personne
		1.3.c	Capitalisation	1.3.c.i	Qualité et fréquence de la capitalisation des expériences techniques 3= capitalisation annuelle et en fin de projet + guides techniques 2= Capitalisation annuelle et en fin de projets 1= rapport annuel d'activité
				1.3.c.ii	Existence d'un service assurant l'harmonisation des procédures 3= existence d'un service qualité + guide des procédures 2= service qualité 1= rien

- 1.3. L'efficacité du processus décisionnel est influencée par la rapidité du traitement des requêtes, la qualité de la communication interne ainsi que l'existence et la qualité de la capitalisation des expériences.
- 1.3.a. Le traitement des requêtes émanant des techniciens dans les stations est analysé en fonction du temps nécessaire à ce que la demande soit traitée et le problème résolu ainsi que du nombre d'étages hiérarchiques impliqués dans le traitement des demandes.
- 1.3.a.i. Le temps de réponse optimal est fixé à 10 jours ou moins pour les demandes de travaux ou d'achats courantes dans l'exploitation d'une station de traitement. Lorsque ce temps dépasse 20 jours, l'exploitation de la station peut être altérée. Ces valeurs sont inspirées des objectifs fixés par l'ONAS.
- 1.3.a.ii. L'organisation des relations hiérarchique influence beaucoup la rapidité de traitement des procédures et la résolution des problèmes pratiques sur le terrain. Un office où toute la chaîne hiérarchique jusqu'au chef de service régional est responsabilisée et libre de prendre des décisions conformes aux stratégies de l'office n'impliquant que son service est jugé positivement. Dans le cas où les décisions et achats doivent toutes être validées par le directeur du service au niveau central est satisfaisant tandis que celui où toutes les décisions sont validées par le directeur général n'est pas désirable.
- 1.3.b. L'organisation de la communication interne concerne la structure pour le passage des informations entre les différents services de l'office.
- 1.3.b.i. La fréquence de communication entre les responsables des directions constituant l'office de l'assainissement permet d'évaluer le niveau d'information des responsables concernant l'avancement et les modifications des projets et activités entreprises. Un contact hebdomadaire permet de tenir chacun informé et de résoudre rapidement les problèmes.
- 1.3.b.ii. En dehors de ces échanges, il est important que deux services impliqués à des périodes différentes ou abordant un même projet collaborent étroitement. La situation idéale pour la gestion des interfaces est que chaque projet soit appuyé par une commission de coordination assurant la validation de chaque étape par tous les acteurs concernés. Cette solution proposée par certains bailleurs de fonds permet d'institutionnaliser des liens qui dépendent trop souvent de la volonté personnelle des employés (situation acceptable).
- 1.3.c. La qualité de la capitalisation des expériences acquises et des améliorations effectuées au cours des projets, de leur modification et pendant l'exploitation dépend aussi bien de l'existence de rapports permettant à chaque service de capitaliser les informations que de l'élaboration de guides et la mise en place d'une procédure de qualité.
- 1.3.c.i. L'indicateur de qualité de la capitalisation concerne avant tout la capitalisation à l'intérieur même d'une direction permettant, par exemple, à un nouvel employé de prendre rapidement connaissance des améliorations effectuées, des problèmes rencontrés et des erreurs à éviter. On distingue ici la rédaction de rapports annuels d'activités qui sont insuffisants de la rédaction de rapports annuels et en fin de projets pour capitaliser l'expérience. Cette manière de procéder est acceptable. L'élaboration de guides techniques ou pratiques sur la base de ces expériences assure l'optimisation des futurs projets.

- 1.3.c.ii. L'existence d'un service d'un service qualité assure la centralisation des informations et leur redistribution dans les services intéressés ainsi que l'harmonisation des procédures internes et contractuelles. Ce service améliore la dynamique du fonctionnement de l'office. Dans le cas où il met à disposition des guides des procédures internes et concernant les contrats passés avec les différentes directions, la situation est optimale. Elle est moyenne si les procédures internes sont harmonisées sans l'appui de guides de procédures. L'absence d'un tel service n'est pas acceptable.

**Tableau 27:** Indicateurs et barème concernant la gestion des ressources humaines

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA GESTION DES RESSOURCES HUMAINES					
Classe	Critère	Classe	Sous-critère	Indicateur	Barème
1.4	Gestion des Ressources Humaines	1.4.a	Gestion du personnel	1.4.a.i	Capacité à fidéliser les RH compétentes 3= attrait: bon salaire + expérience + autres facilités 2= salaire + expérience 1= expérience = seul intérêt
				1.4.a.ii	Capacité de remplacement des employés 2= système de remplacement existant basé sur les compétences et le profil 1= pas de prise en compte des compétences
		1.4.b	Gestion de la formation	1.4.b.i	Facilité d'accès à des formations supérieures 3= accès à formation ingénieur / assainissement / technicien supérieur 2= accès à module à l'engagement 1= module en fin de projet
				1.4.b.ii	Fréquence de la formation continue 3= formation continue 1*/ an 2= minimum 1 */ 3 ans 1= < 1 */ 3ans

- 1.4. Les sous-critères de gestion du personnel et de gestion de la formation en interne sont considérés comme une partie de la gestion des ressources humaines car ces deux éléments influencent les conditions d'emploi ainsi que les compétences des employés.
- 1.4.a. La gestion du personnel est évaluée afin de vérifier si la structure a les capacités de retenir les personnes compétentes.
- 1.4.a.i. La fidélisation des employés compétents et expérimentés au sein de l'office est une des conditions à sa stabilité. Pour évaluer cet indicateur, il est jugé qu'un employé ne voyant comme intérêt que l'acquisition d'expériences pour étayer son CV ne va pas apporter de plus value à l'office. Le cas où le salaire est bon, et que l'office offre quelques facilités liées à l'engagement, (formation, bons d'essence, ...) est idéal.
- 1.4.a.ii. La capacité de remplacement est analysée du point de vue des compétences. S'il existe un système de remplacement (poste adjoint, vivier compétent disponible) et que ce dernier est basé sur les compétences, la situation est satisfaisante. Lorsque le remplacement ou l'engagement est effectué sur des critères politiques ou relationnels, le niveau de compétence est mis en danger.
- 1.4.b. La gestion de la formation continue est importante pour assurer une mise à niveau et une amélioration régulière des connaissances des employés.

- 1.4.b.i. Au vu de l'accès limité à des formations supérieures dans le domaine de l'assainissement et de la complexité des installations et des processus de traitement, il est important que chaque employé ajuste ses connaissances dès son engagement. Un office offrant un module complet de formation à chaque nouvel employé en fonction des compétences requises pour son poste s'assure une meilleure efficacité des agents. La réalisation de modules en fin de projet uniquement n'est pas satisfaisante étant donné que des employés engagés à un autre moment ne posséderont pas les compétences suffisantes.
- 1.4.b.ii. La qualité du système de formation continue est évaluée en fonction de sa fréquence. Une formation dispensée au moins une fois par année permet aux agents d'ajuster régulièrement leurs compétences sans trop entraver leur temps de travail. Une formation effectuée au moins chaque 3 ans paraît être suffisante.

**Tableau 28:** Indicateurs et barème concernant la qualité d'expertise au niveau de la direction

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA QUALITE D'EXPERTISE AU NIVEAU DE LA DIRECTION						
Classe	Critère	Classe	Sous-critère	Indicateur	Barème	
1.5	Qualité d'expertise au niveau de la direction (Maître d'ouvrage)	1.5.a	Gestion	1.5.a.i	Compétences en management	2= formation en gestion de groupe et management 1= pas de formation
				1.5.a.ii	Adéquation poste - profil des employés	3= niveau de formation + domaine + expérience 2= niveau + domaine 1= niveau
				1.5.a.iii	Connaissance des directeurs sur les ouvrages d'assainissement	3= formation + visites dans les stations 2= formation ou visite 1= rien
		1.5.b	Planification (Conception & Construction)	1.5.b.i	Nombre de projet par ingénieur	3= 1 gd projet (> 10 mois) ou 2 petits (< 5mois) 2= 2 projets moyens 1= > 2 projets moyen
				1.5.b.ii	Expérience des ingénieurs pour le suivi de projets	3= 3 ans expérience dans l'assainissement 2= 2 ans expérience dans l'assainissement 1= sortie formation, < 1 an d'expérience
				1.5.b.iii	Transparence des procédures d'attribution des marchés	2= évaluation des dossiers contradictoire par 1 comité 1= évaluation individuelle non contrôlée
				1.5.b.iv	Qualité du suivi des travaux	2= prise en compte des remarques du maître d'œuvre 1= concertation insuffisante

- 1.5. La qualité de l'expertise au niveau de la direction est évaluée au travers des compétences et de l'organisation assurant une gestion efficace des pré-requis concernant les connaissances techniques pour la planification et la maîtrise d'ouvrage.

- 1.5.a. Les capacités de gestion concernent directement les responsables de toutes les directions.

- 1.5.a.i. Les compétences en management concernent de nombreux points comme la planification et la mise en place de stratégies, l'organisation, la direction et la coordination des employés et des activités. L'évaluation est satisfaisante si la direction générale est menée par une personne formée dans ces domaines.
- 1.5.a.ii. L'adéquation poste-profil des employés évalue leurs compétences et leur niveau de formation en fonction du besoin des postes. Le cas d'une personne ayant un niveau de formation correspondant aux tâches qu'il effectue mais n'ayant pas d'expérience préalable dans une structure similaire est évaluée comme acceptable.
- 1.5.a.iii. Tous les responsables de Direction devraient être formés - même sommairement - aux procédés et technologies de traitement qu'ils contribuent à faire fonctionner. Dans le cas optimal, chaque responsable est formé et effectue une visite pour appréhender les contraintes pratiques d'exploitation. Le suivi d'une formation seule est acceptable.
- 1.5.b. Le sous-critère de planification évalue les ressources allouées au suivi des études et des travaux ainsi que la prise en compte de l'expertise des responsables de l'exploitation.
- 1.5.b.i. Le niveau d'implication de la direction de l'exploitation dans le processus de suivi des projets permet de capitaliser les expériences et de faciliter l'exploitation. Si la direction de l'exploitation n'est impliquée qu'à la réception provisoire, la situation est insatisfaisante. Le cas le meilleur est observé lorsque les personnes compétentes pour l'exploitation valident chaque étape importante.
- 1.5.b.ii. Le nombre de projets par ingénieur permet d'évaluer les ressources humaines allouées au suivi des projets. Selon l'avis des personnes ressources, seul un gros projet (plus de 10 mois) peut être mené par un ingénieur qui pourra cependant suivre 2 petits projets (moins de 5 mois) en même temps. Il est acceptable que l'ingénieur soit responsable de deux projets moyens (entre 5 et 10 mois) en même temps.
- 1.5.b.iii. L'expérience des ingénieurs chargés du suivi est évaluée en nombre d'années. Un ingénieur nouvellement formé ne devrait pas prendre seul cette responsabilité.
- 1.5.b.iv. La transparence des procédures d'attribution assure un choix objectif basé sur la qualité des dossiers. Une évaluation contradictoire impliquant plusieurs personnes est satisfaisante, tandis qu'une évaluation par une seule personne ne l'est pas.
- 1.5.b.v. La qualité du suivi des travaux dépend aussi bien du bureau d'études que de l'ingénieur de l'office. Il est important que les remarques et amendements de chacun soient pris en compte de manière sérieuse, faute de quoi, la situation n'est pas satisfaisante.

**Tableau 29:** Indicateurs et barème concernant la qualité d'expertise des services d'exploitation

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA QUALITE D'EXPERTISE DES SERVICES D'EXPLOITATION					
Classe	Critère	Classe	Sous-critère	Indicateur	Barème
1.6	Qualité d'expertise des services d'exploitation	1.6.a	Exploitation	1.6.a.i	Niveau de compréhension des procédés 3= formation complète en assainissement 2= module complet à l'engagement 1= formation sur place par expérience
				1.6.a.ii	Qualité du plan de maintenance 3= plan de maintenance pour tous les travaux prévisibles avec demande préalable de matériel et prestations 2= plan de maintenance pour tous les travaux prévisibles 1= plan de maintenance pour une partie des travaux

- 1.6. La qualité d'expertise au niveau de l'exploitation est évaluée par un seul sous-critère évaluant l'organisation et les compétences locales.
- 1.6.a.i. Des responsables formés dans le domaine de l'assainissement et connaissant les procédés de traitement de leurs stations reçoivent la note maximale. S'ils ont suivi une formation expliquant le fonctionnement physico-chimique des installations à leur engagement, les compétences pour l'exploitation sont considérées suffisantes. Une formation sur place à force d'expérience n'est pas satisfaisante.
- 1.6.a.ii. L'élaboration d'un plan de maintenance est primordiale dans l'exploitation d'une station. Ce dernier doit prévoir les nettoyages et désherbages, les petits travaux d'entretiens ou de réparation ainsi que les réparations importantes nécessitant l'intervention d'une entreprise externe ou l'achat de pièces spéciales. Si un tel plan est mis à jour de manière régulière, l'évaluation est positive.

Tableau 30: Indicateurs et barème concernant la qualité des prestations des acteurs privés

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA QUALITE DES PRESTATIONS DES ACTEURS PRIVES						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
Classe		Classe		Classe		
1.7	Qualité des prestations des acteurs privés (Maître d'œuvre)	1.7.a	Maîtrise des technologies	1.7.a.i	Expériences dans le domaine	2= $\geq 1$ installations déjà réalisées 1= 0
		1.7.c	Responsabilité contractuelle	1.7.c.i	Garantie offerte par les bureaux d'études	3= qualité des études + exploitation accompagnée 1 an 2= qualité + 6 mois accompagnement 1= pas de garantie
				1.7.c.ii	Garantie offerte par les entreprises de construction	3= 10 ans (gros œuvre) + 1 an (problème de construction) + plan assurance qualité 2= gros œuvre + garantie 1 an 1= 1 garantie ou moins

- 1.7. La qualité de prestation des bureaux d'études et des entreprises de construction est évaluée en fonction de l'expertise et les garanties offertes par ces bureaux ainsi que la satisfaction des mandants face à leurs services.
- 1.7.a.
- 1.7.a.i. La maîtrise des technologies détermine la qualité des dossiers de projets et le choix technique. Elle est fonction du nombre d'installations déjà réalisées. Un bureau d'étude ayant préalablement travaillé sur deux installations est noté de manière optimale.
- 1.7.b. Le sous-critère de responsabilité contractuelle est jugé en fonction des garanties offertes par les bureaux et entreprises en cas de problèmes.
- 1.7.b.i. Le cas où les bureaux d'étude garantissent la qualité des dossiers et un accompagnement de l'exploitation d'une année est jugé idéal. Dans le cas où la garantie de qualité est accompagnée d'une présence de 6 mois du bureau, l'évaluation est moyenne.
- 1.7.b.ii. Les bureaux de construction offrent habituellement une garantie de 10 ans sur les gros œuvres et d'un an sur l'ensemble du matériel et des constructions. Cette garantie est



considérée comme satisfaisante. Dans le meilleur des cas, l'entreprise possède un plan d'assurance qualité (PAQ) assurant les procédures et les études de réalisation.

**Tableau 31:** Indicateurs et barème concernant l'intégration sociale

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT L'INTEGRATION SOCIALE						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
Classe		Classe		Classe		
1.8	Intégration sociale	1.8.a	Appropriation	1.8.a.i	Niveau d'implication au processus décisionnel	3= étude sociologique complète, processus IEC 2= étude sociologique complète 1= rien
		1.8.b	Intégration économique	1.8.b.i	Compensation économique	3= emploi de personnel local + accès aux sous-produits 2= emploi ou accès aux sous-produits 1= rien

**1.8.** Le critère d'intégration sociale est inclus même si le domaine d'études est limité au fonctionnement direct des stations. En effet, le comportement de la population influence le fonctionnement (possibles mouvements de contestation) et la qualité des flux traités.

**1.8.a.**

1.8.a.i. L'exploitation d'une station conçue en intégrant les critères socioculturels sera facilitée par rapport au cas insatisfaisant d'une conception faite sans études sociologique approfondie. L'évaluation maximale est atteinte lorsqu'un processus IEC (Information, Education, Communication) est réalisé avant le choix technique.

1.8.b.i. La compensation économique évalue les bénéfices directs et indirects que peuvent tirer les populations des villages aux abords des stations. La note maximale est décernée lorsque l'office s'assure d'employer comme journalier des habitants des quartiers alentours et que ces quartiers bénéficient d'un accès facilité aux sous-produits. L'évaluation est moyenne si les populations bénéficient d'un de ces deux avantages.

### **4.3) Indicateurs concernant la conception technique**

Les 3 critères concernant la conception technique évaluent la qualité des études et l'adéquation du choix technique au contexte (2.1), les contraintes résultant de ce choix en matière d'exploitation, de maintenance et de réparation (2.2), ainsi que la qualité du suivi et du processus d'optimisation.

**Tableau 32:**Indicateurs et barème concernant la qualité des études préliminaires

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA QUALITE DES ETUDES PRELIMINAIRES					
Classe	Critère	Classe	Sous-critère	Indicateur	Barème
2.1	Qualité des études préliminaires (APS, APD, DAO)	2.1.a	Qualité de l'approche méthodologique	2.1.a.i	2= expérience+enquête + paramètres adéquats 1= manque d'expérience ou d'enquête ou paramètres repris de littérature étrangère
				2.1.a.iii	2= adapté 1= inadapté

2.1. La qualité des études préliminaires est analysée par le biais de 2 indicateurs décrivant la qualité de l'approche méthodologique pour la conception des stations.

2.1.a.

2.1.a.i. La conception technique d'une station dépend de la qualité des études du contexte. Celles-ci nécessitent une connaissance et une expérience préalable, des enquêtes de terrain et la prise en compte de paramètres de dimensionnement ajustés au contexte. L'évaluation des charges hydrauliques à traiter doit par exemple faire l'objet de visites pour appréhender des imprévus comme les branchements informels. Il est insuffisant de reprendre les paramètres de littérature concernant d'autres contextes.

2.1.a.ii. L'adaptation des options techniques aux opportunités locales en ce qui concerne les conditions climatiques, l'environnement physique et socio-économique, les possibilités de valorisation et l'accessibilité à l'énergie assure une meilleure intégration locale et un fonctionnement optimal. Cet indicateur est noté sur un barème de deux points pour les cas où les options sont adaptées ou inadaptées.

**Tableau 33:** Indicateurs et barème concernant la gestion des contraintes d'exploitation

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LA GESTION DES CONTRAINTES D'EXPLOITATION					
Critère	Sous-critère	Indicateur	Barème		
Classe	Classe	Classe			
2.2	Gestion des contraintes d'exploitation	2.2.a	Réponse aux besoins d'exploitation	2.2.a.i	Disponibilités des pièces de rechange 3= 100% pièces dans magasin ou dans le pays 2= < 50% des installations nécessitent des pièces hors pays 1= ≥ 50% installations nécessitent des pièces hors pays
				2.2.a.ii	Existence d'un magasin fourni en pièces courantes 3= Réserve des pièces importantes et courantes renouvelée 2= Réserve des pièces courantes et importantes renouvelée par demande d'achat 1= pas de magasin
				2.2.a.iii	Fréquence des travaux de réparation 3= travaux de réparation majeure (demande de travaux) ≤ 1* /an 2= travaux de réparation majeure (demande de travaux) 2*/an 1= > 2 travx de réparation majeure /an
				2.2.a.iii	Dépendance aux prestations externes 3= 90% problèmes techniques résolus en interne 2= 90% < x < 70% 1= < 70%

2.2. Le critère de gestion des contraintes d'exploitation évalue la flexibilité de l'agencement technologique et la gestion des besoins en matériel et prestation liée à l'exploitation.

2.2.a. Les contraintes pratiques liées à l'exploitation et pouvant entraîner un arrêt des installations ou la dégradation des performances épuratoires sont liées aux pièces de rechange et au besoin en travaux de maintenance et de réparation.

2.2.a.i. La disponibilité des pièces de rechange est évaluée en fonction du nombre d'installations nécessitant d'importer des pièces. Une station ne nécessitant aucune pièce de l'étranger est idéalement indépendante. Il est acceptable d'importer moins de 50% des pièces.

2.2.a.ii. L'existence d'un magasin fourni en pièces courantes et importantes assure à l'exploitant une marge de manœuvre satisfaisante. Lorsque ce magasin possède toutes les pièces nécessaires, y compris des consommables (huile, carburant,...), la situation est idéale.

2.2.a.iii. L'indicateur évaluant la fréquence des travaux de réparation lourds permet d'étudier la robustesse des équipements. Une station nécessitant au maximum une intervention de réparation par année est considérée suffisante. Lorsque 2 interventions sont réalisées par année la situation est acceptable

2.2.a.iv. L'indicateur de dépendance aux prestations externes permet d'évaluer le besoin en services externes, même pour les stations robustes. Il est considéré qu'une station pour laquelle plus de 90% des problèmes techniques et de maintenance peuvent être pris en charge en interne est suffisamment indépendante. Si les équipes de l'office travaillant à proximité peuvent effectuer jusqu'à 70% de ces travaux, l'évaluation est moyenne.

**Tableau 34:** Indicateurs et barème concernant le suivi, l'évaluation et l'optimisation

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT LE SUIVI, L'EVALUATION ET L'OPTIMISATION					
Critère	Sous-critère	Indicateur	Barème		
Classe	Classe	Classe			
2.3	Suivi, évaluation et optimisation	2.3.a	Qualité du suivi	2.3.a.i	Fréquence d'analyse 3= naturel : 1*/ semaine, conventionnel: 1*/ jour 2= naturel : 1*/ mois, conventionnel: 1*/ semaine 1= naturel : < 1*/ mois, conventionnel : < 1*/semaine
				2.3.a.ii	Existence d'un labo équipé sur place 3= labo équipé pour tous les paramètres 2= labo équipé pour paramètres de base (DBO <sub>5</sub> , DCO, CF, MES) 1= pas de labo
		2.3.b	Expertise pour l'analyse et l'optimisation	2.3.b.i	Existence d'une collaboration avec un / des centres de recherche 2= collaboration et capitalisation des expériences pour l'ajustement de paramètres, l'amélioration des procédures et infrastructures 1= pas de collaboration avec des centres de recherche
				2.3.b.ii	Compétences pour la traduction des résultats en décision 3= formation en chimie + assainissement + expérience 2= formation en chimie + assainissement 1= formation en chimie + formation sur place par expérience

- 2.3. Le dernier critère concernant le domaine technique analyse les capacités de l'exploitant à effectuer un bon suivi et à optimiser de façon efficace les processus. Ce point dépend aussi bien des dispositions matérielles que de l'expertise des employés de la station.
- 2.3.a. La qualité du suivi est analysée en fonction de la fréquence habituelle d'analyse et de l'existence d'un laboratoire sur le site de la station. Cet indicateur permet d'étudier les capacités à réagir rapidement en cas de problèmes.
- 2.3.a.i. En fonctionnement normal, la fréquence d'analyse idéale sur les installations de type naturel est fixée à une semaine. Pour les installations de type conventionnel, la sensibilité des bactéries impose un suivi plus fréquent. La limite acceptable est fixée à une analyse par mois pour les systèmes naturels (lagunage) et à une analyse chaque semaine pour les systèmes classiques.
- 2.3.a.ii. L'exigence d'un laboratoire par station peut éventuellement être élargie à un laboratoire pour 2 stations installées dans la même ville. Dans l'idéal, le laboratoire est équipé pour l'analyse de tous les paramètres, y compris la teneur en azote et en phosphore. Un laboratoire équipé pour les analyse de base (MES, DBO<sub>5</sub>, DCO, CF) est acceptable.
- 2.3.b. Le deuxième sous-critère évalue les capacités à traduire les résultats des analyses en décisions et amélioration sur les procédés de traitement.

- 2.3.b.i. La collaboration avec des centres de recherches permet à l'office d'optimiser l'efficacité de ses activités aussi bien pour les processus de conception, de construction, d'exploitation et de valorisation. Un office capitalisant ces expériences de manière régulière est noté de manière optimale.
- 2.3.b.ii. Il est idéal que le responsable de laboratoire ait non seulement suivi une formation en chimie, mais aussi en assainissement. Cela assure qu'il connaisse parfaitement l'influence de tous les paramètres sur les taux épuratoires. De plus, il est désirable qu'il ait déjà eu une expérience dans une station similaire. Le cas où l'employé a suivi les deux formations mais n'a pas eu d'expérience similaire est acceptable.

#### 4.4) Indicateurs concernant l'équilibre des ressources

L'importance de l'équilibre des ressources peut se résumer en deux critères majeurs que sont l'équilibre financier (3.1) qui évalue toutes les dépenses liées au fonctionnement de la station ainsi que l'équilibre énergétique (3.2).

Tableau 35: Indicateurs et barème concernant l'équilibre financier

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT L'EQUILIBRE FINANCIER						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
Classe		Classe		Classe		
3.1	Equilibre financier	3.1.a	Planification du budget	3.1.a.i	Type de budget de fonctionnement voté	3= budget réel en fonction besoins courants d'exploitation 2= budget réel en fonction besoins urgents d'exploitation 1= budget équilibré sur les ressources
		3.1.b	Capacité d'investissement	3.1.b.i	Capacité à mobiliser des fonds pour la mise en place d'infrastructures	2= mobilise fonds voulus pour les projets 1= limitation des objectifs
		3.1.c	Potentiel de génération de recettes	3.1.c.i	Quantité vendue / quantité de matière produite	3= > 90% vendu, le reste donné 2= 90% ≤ x ≤ 80% vendu, le reste donné 1= < 80% vendu

- 3.1. L'équilibre financier dépend aussi bien de la définition du budget annuel que de la capacité d'investissement et du potentiel de génération de recettes.
- 3.1.a. La planification du budget concerne ici le budget alloué à l'exploitation sans les investissements liés aux projets.
- 3.1.a.i. Le type de budget voté permet d'évaluer la capacité de l'office à répondre à tous les besoins avec les fonds budgétisés. Si le budget comprend toutes les dépenses liées à l'exploitation, à la maintenance et aux achats prévisionnels, la situation est optimale. Lorsque le budget est décidé en fonction des dépenses prioritaires réelles, l'évaluation est moyenne. Elle est insuffisante si le budget est voté indépendamment des besoins réels, en fonction uniquement des ressources disponibles.
- 3.1.b. La capacité d'investissement concerne les dépenses liées aux projets.
- 3.1.b.i. Un office capable de mobiliser les fonds en fonction des priorités techniques est évalué positivement. S'il est incapable de faire face à ses objectifs prioritaires est insatisfaisant.

**3.1.c.** Le potentiel de génération des recettes permet d'introduire la notion d'indépendance financière et de génération de plus value.

Le rapport entre la quantité de sous-produits vendue et la quantité produite est évalué ici. Si ce rapport atteint plus de 90% et que tous les sous-produits sont valorisés, la situation est idéale. Lorsqu'entre 80 et 90% des sous-produits sont vendus, la situation est satisfaisante. Ces limites sont fixées au vu du large potentiel de production de sous-produits valorisables par les stations et du potentiel important de diminution des dépenses.

**Tableau 36:** Indicateurs et barème concernant l'équilibre énergétique

INDICATEURS ET BAREMES CONCERNANT L'EQUILIBRE ENERGETIQUE						
Critère		Sous-critère		Indicateur		Barème
Classe		Classe		Classe		
3.2	Equilibre énergétique	3.2.a	Dépendance à l'énergie artificielle	3.2.a.i	Coût énergétique / cout total des dépenses d'exploitation	3= ratio < 0.4 2= 0.4 < ratio <= 0.6 1= ratio > 0.6
		3.2.b	Optimisation énergétique	3.2.b.i	Energie renouvelable utilisée / besoin énergétique total	3= > 0.7 2= 0.7 ≤ x ≤ 0.4 1= < 0.4

**3.2.** L'équilibre énergétique est considéré séparément car en dehors des contraintes financières, il influe aussi sur le fonctionnement et l'usure des installations.

**3.2.a.**

**3.2.a.i.** Le rapport entre les coûts énergétiques et les coûts totaux découlant de l'exploitation permet d'évaluer l'importance de la consommation énergétique des installations. Un ratio supérieur à 0.4 est considéré comme très satisfaisant. Lorsque ce ratio dépasse 0.6, la consommation énergétique est jugée trop importante et l'évaluation est négative.

**3.2.b.**

**3.2.b.i.** L'optimisation énergétique est évaluée tout d'abord au regard des besoins énergétiques totaux des stations (exploitation et bureaux locaux). Lorsque la production de tout type d'énergie renouvelable (solaire, éolien, biogaz) suffit à satisfaire plus de 70% des besoins énergétiques totaux de la station, l'évaluation est optimale. Lorsque ce ratio est situé entre 70 et 40 %, la note est moyenne.



## Annexe 5 : Diagrammes de corrélation entre les indicateurs

Figure 18: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur les besoins matériaux pour l'exploitation

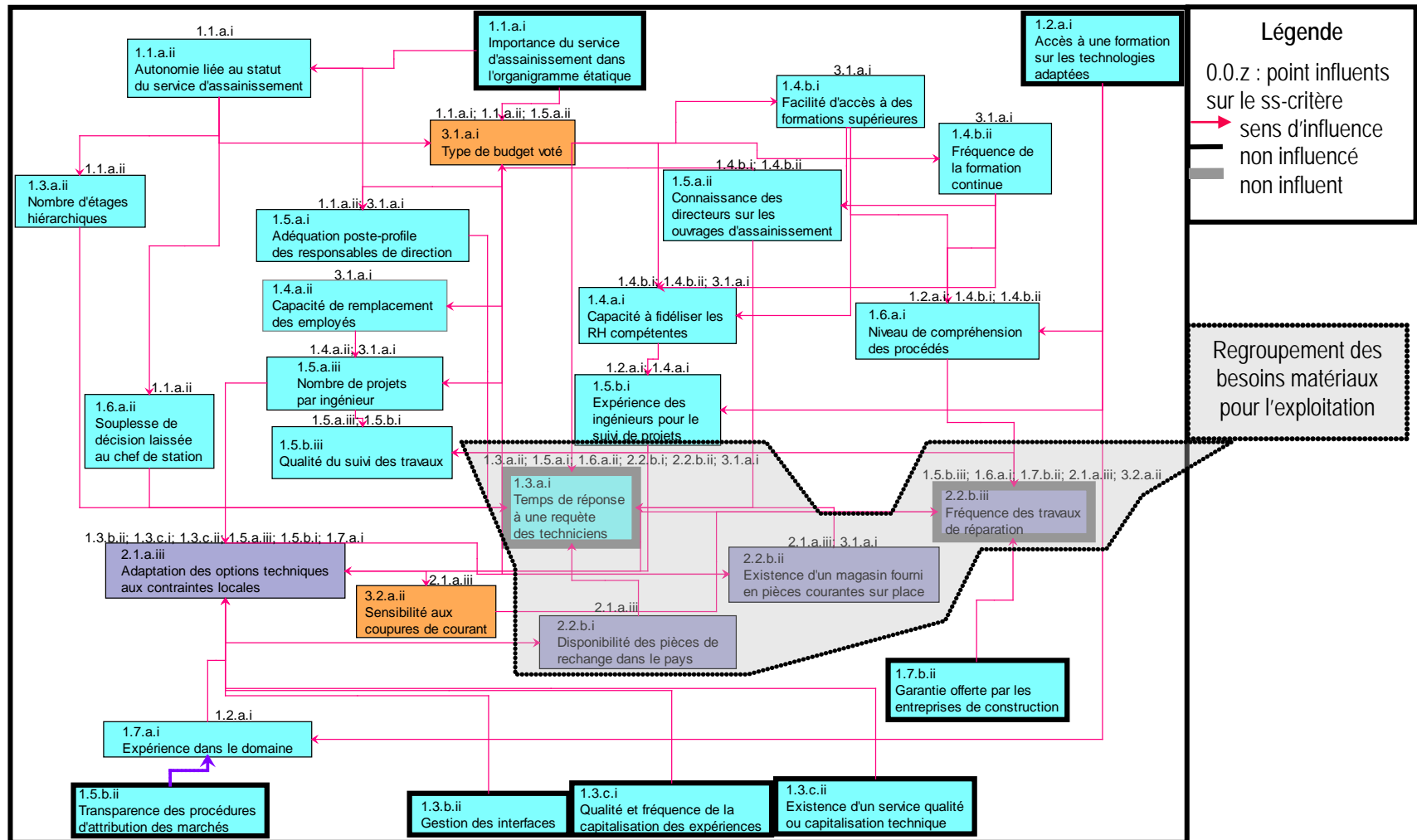




Figure 19: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur l'optimisation des taux épuratoires

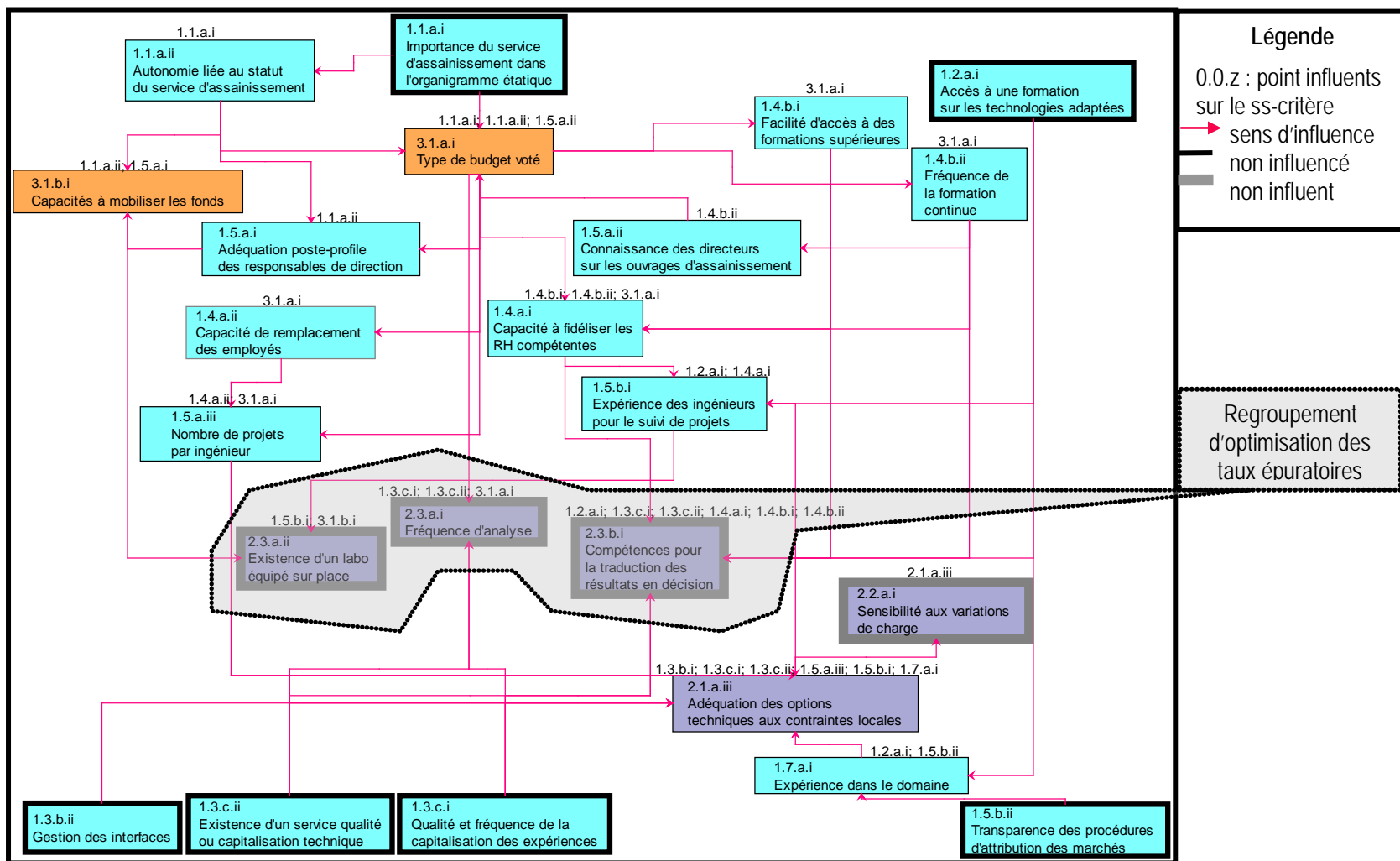


Figure 20: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur la qualité des études

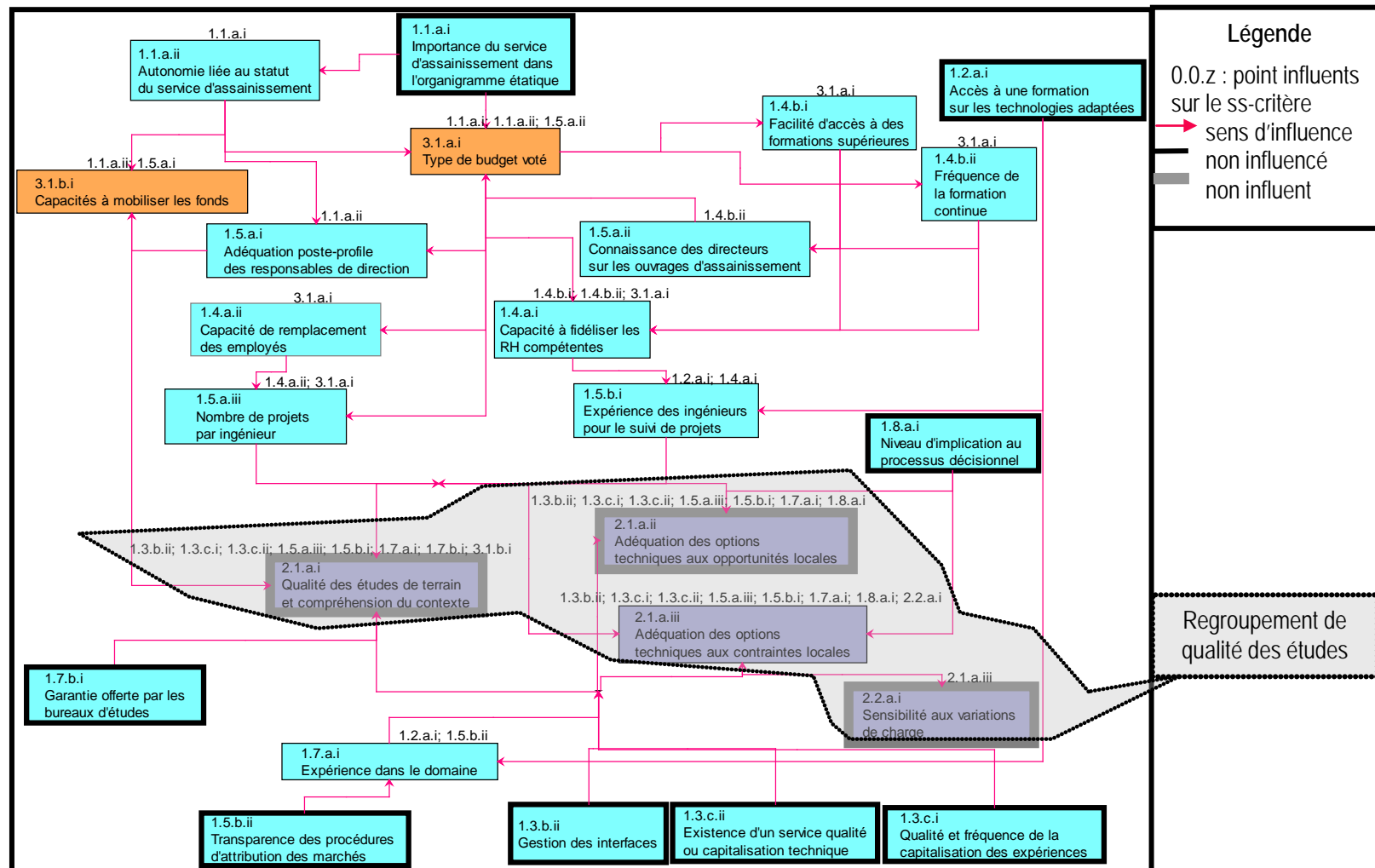
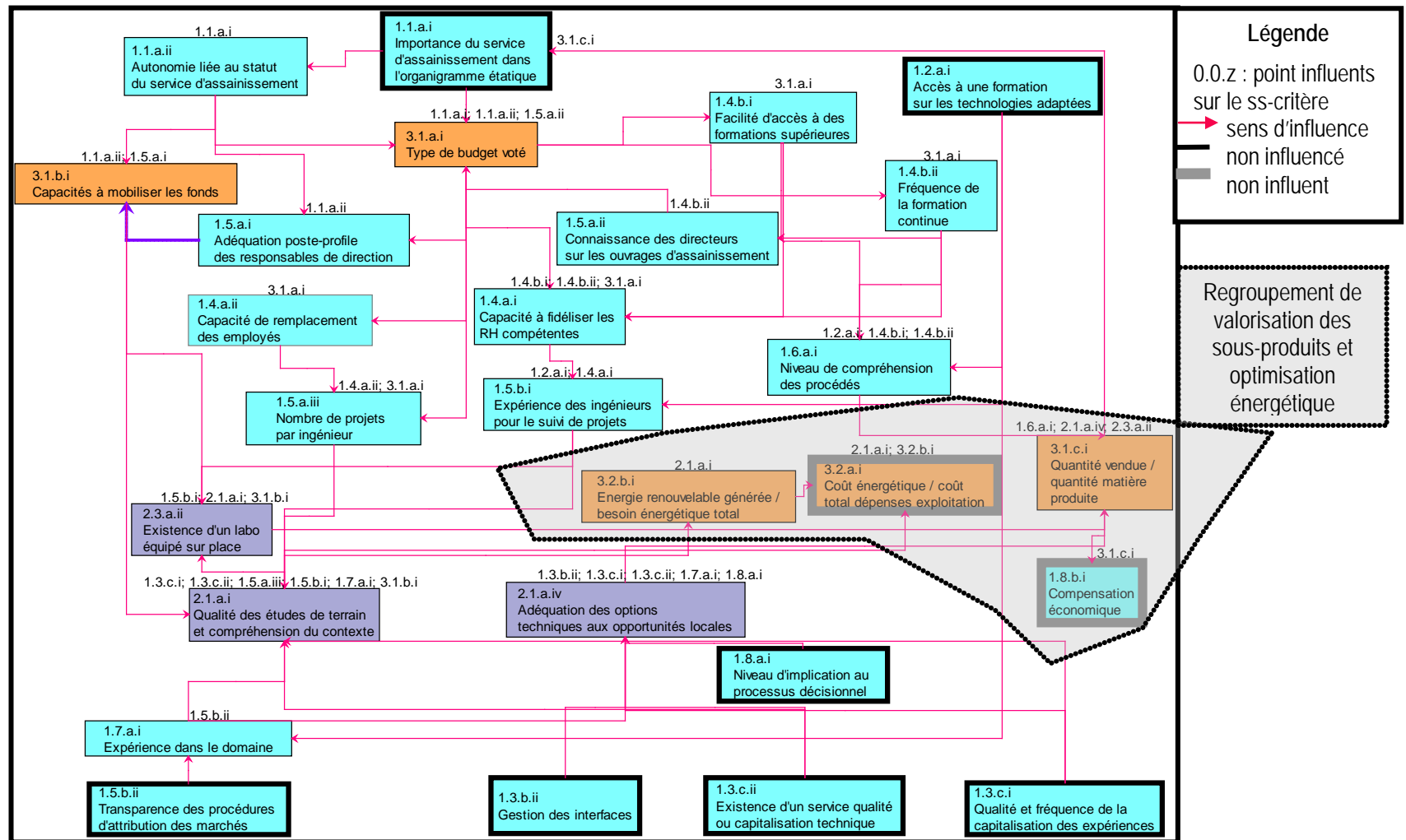


Figure 21: Diagramme de corrélation entre les indicateurs basé sur la valorisation des sous-produits et l'optimisation énergétique



## Annexe 6 : Grille de planification des entretiens en fonction des acteurs

Tableau 37: Grille de planification des entretiens pour les employés de l'office central (siège)

Type d'acteur	Office central	Direction Générale	Direction Ressources Humaines	Direction des Finances	Gestion des Comptes	Exploitation STEP	Exploitation STBV	Suivi des Etudes	Suivi des Travaux	Capitalisation Technique	Ingénieur Etudes et Planification	Ingénieur Suivi des Travaux	Service Qualité	Magasin Central	Maintenance et Réparations	Valorisation des Sous-produits	
Objectif		Vision globale et enjeux politiques	Gestion du personnel et de la formation	Liens financiers externes	Planification budgétaire, comptabilité	Participation à la conception, communication avec les autres services	Communication avec les autres services			Directives données, documents à disposition, communication avec les autres services		Suivi et procédure	Gestion des fonds et du matériel	Moyens à disposition	Gestions de la clientèle et des bénéfices		
Sous-critères abordés	1.1.a	x	x	x	x						x		x			x	
	1.1.b	x		x				x	x	x		x	x			x	
	1.2.a	x	x			x	x	x	x		x						
	1.3.a			x		x	x						x	x	x		
	1.3.b	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				
	1.3.c	x				x	x	x	x	x	x	x	x				
	1.4.a	x	x	x	x								x			x	
	1.4.b	x	x		x					x			x			x	
	1.5.a	x	x		x				x				x	x	x	x	
	1.5.b				x			x	x	x	x	x					
	1.6.a					x	x	x			x	x		x	x		
	1.7.a							x	x	x	x	x					
	1.7.b		x			x	x	x	x		x	x					
	1.8.a	x				x	x	x	x	x	x						
	1.8.b				x								x			x	
	2.1.a	x				x	x	x	x	x	x						
	2.2.a				x	x	x			x	x	x		x	x		
	2.3.a									x				x	x	x	
	2.3.b						x	x									x
	3.1.a				x	x						x		x	x	x	x
3.1.b				x	x			x	x				x			x	
3.1.c	x			x	x	x	x			x						x	
3.2.a				x	x			x		x						x	
3.2.b				x		x	x									x	
Question	#	11	7	10	12	12	12	12	11	12	11	8	11	6	6	12	
	Temps	55'	35'	50'	1h	1h	1h	1h	55'	1h	55'	40'	55'	30'	30'	1h	

Tableau 38: Grille de planification des entretiens pour les acteurs privés et les employés des stations

Type d'acteur		Bureau chargé des Etudes	Bureau chargé du Suivi des Travaux	Entreprise de Construction	Expert National en Assainissement	Employés de stations	Chef du Service Régional	Chef de la Station de Traitement	Responsable de l'Exploitation	Chef du Laboratoire	Nombre d'acteurs interrogés
Objectif	Privés	Qualité et procédures d'attribution des marchés, de suivi et de réception, responsabilités contractuelles, directives reçues					Moyens à disposition, communication	Caractéristique des installations	Caractéristiques des installations	Caractéristiques des installations, optimisation	
Sous-critères abordés	1.1.a	x	x		x		x				11
	1.1.b	x								x	10
	1.2.a	x	x	x				x		x	12
	1.3.a						x	x	x		9
	1.3.b						x	x			12
	1.3.c				x		x		x	x	13
	1.4.a						x	x			8
	1.4.b						x		x	x	9
	1.5.a										8
	1.5.b	x	x	x	x						10
	1.6.a						x	x	x	x	11
	1.7.a	x	x	x	x		x	x			11
	1.7.b	x	x	x	x						11
	1.8.a	x	x		x		x				11
	1.8.b			x				x	x		6
	2.1.a	x	x	x	x		x	x		x	14
	2.2.a							x	x		10
	2.3.a		x	x	x			x		x	9
	2.3.b	x	x	x	x		x			x	9
	3.1.a	x	x	x	x					x	12
	3.1.b		x	x							8
	3.1.c	x			x			x	x	x	12
	3.2.a	x					x				7
	3.2.b		x	x	x			x			8
Questions	Nombre	12	12	11	12		12	12	7	10	
	Temps	1h	1h	55'	1h		1h	1h	35'	50'	